

## Kontaktwiderstand ruhender Starkstrom-Punktkontakte aus Sinterlegierungen bei hohen Temperaturen

Von Anton Wollenek, Ludvika/Schweden\*)

DK 537.311.4 : 621.3.066.6

Im Zusammenhang mit der Untersuchung der Schweißneigung von in der Starkstromtechnik häufig verwendeten Sinterlegierungen wurde in mehreren Aufsätzen schon auf das abweichende Verhalten dieser Verbundstoffe hingewiesen [1]. Die Veränderung des Kontaktwiderstandes bei hohen Temperaturen kann über die Vorgänge in der Kontaktberührungsstelle Aufschluß geben. Hierüber soll nachstehend berichtet werden.

### Aufgabenstellung

Sinterlegierungen für Starkstrom-Schaltstücke, die Wolfram als Legierungsbestandteil enthalten, werden in der Starkstromtechnik auf Grund ihrer hohen Abbrandfestigkeit meist als Lichtbogen-Fangkontakte oder für kurzzeitige Belastung verwendet. Wenn solche Schaltstücke von einem Dauerstrom durchflossen werden, so kann durch Veränderungen an der Kontakt-Berührungsstelle die Kontakttemperatur unzulässig hohe Werte erreichen. Die dabei auftretenden Vorgänge sind schon bei kompakten Metallen, z. B. bei Kupferkontakten, sehr kompliziert [2]; bei Sinterlegierungen vergrößert sich die Mannigfaltigkeit der einwirkenden Phänomene noch mehr [3].

Wie aus Bild 1 hervorgeht, werden nur wenige Grundstoffe als Hauptbestandteil für Sinterlegierungen in der Starkstromtechnik verwendet. Als Zusatz kommt jedoch eine größere Anzahl von Metallen in Betracht. Als leitende Komponente wird sowohl bei Schwachstrom- als auch bei Starkstrom-Schaltstücken hauptsächlich Kupfer und Silber verwendet. Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen, die an Kontakte bei niedrigen und hohen Strömen gestellt werden, werden auch verschiedene Metalle als schwer schmelzbarer und abbrandfester Legierungsbestandteil gewählt. In der Starkstromtechnik werden die Wolframlegierungen, insbesondere die Wolfram-Kupfer-Sinterlegierungen, bevorzugt.

Die an der Kontaktstelle bestehenden Zustände und Vorgänge machen schon bei Kupfer-Schaltstücken eine analytische Behandlung sehr schwierig, weshalb man sich auf empirische Untersuchungen beschränken mußte. Diese lassen zwar selten physikalische Zusammenhänge erkennen, aber ergeben technisch gut verwertbare Ergebnisse. Man hat nämlich festgestellt, daß es trotz der großen Mannigfaltigkeit der Vorgänge und Einwirkungsgrößen möglich ist, deren Einfluß als Funktion der drei wichtigsten technischen Größen, nämlich des Kontaktdrucks  $F$ , der Temperatur  $\vartheta$  und der Zeit  $t$  darzustellen und alle anderen schwer übersehbaren physikalischen, chemischen und technologischen Einflüsse in zwei veränderliche Größen zusammenzufassen [4...10]. Diese Beziehung lautet dann für den Kontaktwiderstand

$$R = f(F, \vartheta, t), \quad (1)$$

wobei man bei  $F = \text{konstant}$  (was für ruhende Kontakte vorausgesetzt werden kann) und  $\vartheta = \text{konstant}$  (was sich experimentell erreichen läßt) die einfache Beziehung

$$R = (k \cdot F^{-\alpha})_{\vartheta = \text{const.}} \quad (2)$$

erhält. Dabei sind aber

$$k = f(\vartheta, t, F, H, B, \dots) \\ \alpha = f(\vartheta, t, F, H, B, \dots) \quad (3)$$

noch mehr oder weniger von der Temperatur, der Zeit, dem Kontaktdruck, der Härte  $H$ , einem technologischen Bearbeitungsfaktor  $B$  und vielen anderen Bestimmungsgrößen abhängige Funktionen, wobei diese Bestimmungsgrößen selbst wieder von einander abhängen, usw.

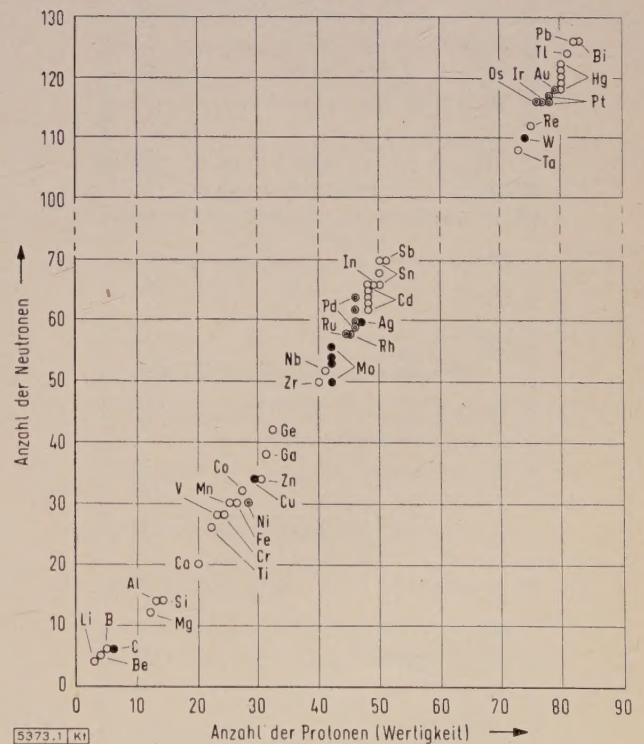


Bild 1. Kontaktmetalle als Grundstoffe.

- Starkstromkontakte
- Schwachstromkontakte
- Zusatzstoffe

Man sieht daraus, wie wenige Grundstoffe als Legierungsbestandteil als Kontaktmetall für Starkstrom-Schaltstücke in Betracht kommen. (Bei einigen Grundstoffen kann  $N$  im Verhältnis zur Wertigkeit variieren. Hier werden alle die Varianten angegeben, die mit gleicher größter Wertigkeit in der Natur vorkommen.)

\*) Dr. techn. A. Wollenek hat diesen Aufsatz als Mitarbeiter der Allmänna Svenska Elektriska AB in Ludvika geschrieben.

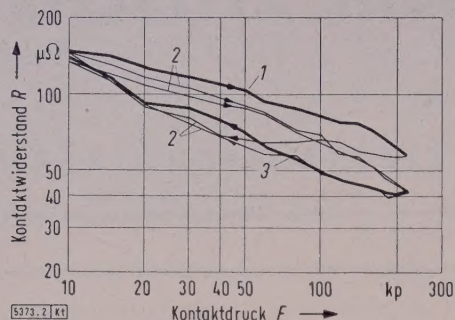


Bild 2. Abhängigkeit des Kontaktwiderstandes  $R$  vom Kontaktdruck  $F$  bei  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$  bei symmetrischen Punktkontakten einer Legierung aus  $\text{W/Cu} = 50/50$  bei wechselseitiger Belastung und Entlastung.

- 1 Kennlinie des unbenutzten Kontaktes
- 2 Formierungs-Kennlinien
- 3 endgültige Entlastungs-Kennlinien

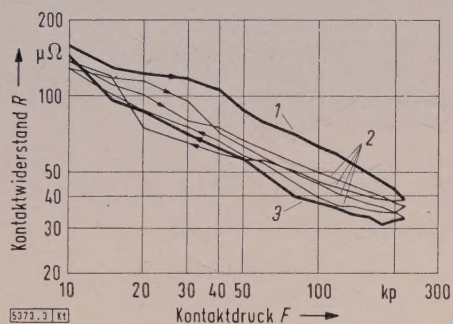


Bild 3. Kennlinien für  $\vartheta = 70^\circ\text{C}$  ( $\text{W/Cu} = 50/50$ ).

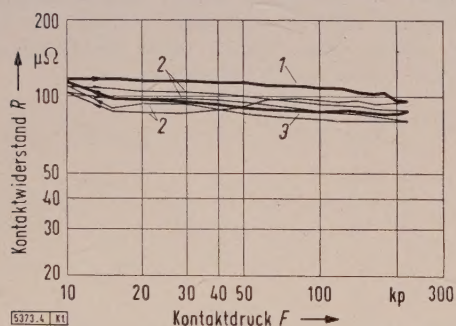


Bild 4. Kennlinien für  $\vartheta = 200^\circ\text{C}$  ( $\text{W/Cu} = 50/50$ ).

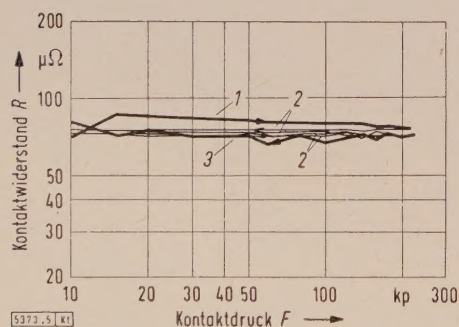


Bild 5. Kennlinien für  $\vartheta = 400^\circ\text{C}$  ( $\text{W/Cu} = 50/50$ ).

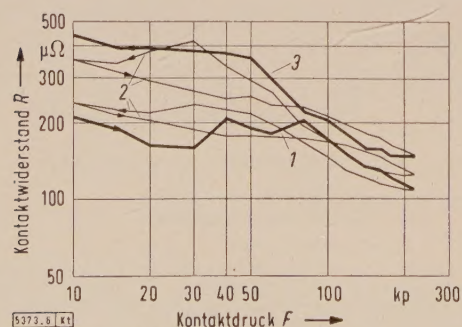


Bild 6. Kennlinien des Werkstoffs  $\text{W/Cu} = 80/20$  für  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$ .

Bei sehr vereinfachten, idealisierten Verhältnissen (z. B. Messungen im Vakuum) und bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen hat man festgestellt, daß  $\alpha$  und  $k$  als konstante Größen aufgefaßt werden können. Man erhält dann bei doppeltlogarithmischer Achsenteilung gerade Linien als Kennlinien [4, 5, 11], und es lassen sich für  $\alpha$  und  $k$  für bestimmte Metalle und Bearbeitungen entsprechende kennzeichnende Werte angeben.

Aber schon durch das unvermeidliche Auftreten von Fremdschichten, besonders Oxyden bei technischen Kontakten, beginnt die starke Verknüpfung der Einflüsse wirksam zu werden; die Kennlinien stellen gebrochene Linienzüge dar, und die Eindeutigkeit gilt nur mehr für einen gewissen Streubereich. Man kann dann die Veränderung des Kontaktwiderstandes bei verschiedenen Belastungen und Entlastungen entsprechend  $F = f(t)$  bei  $\vartheta = \text{konstant}$  darstellen [6, 8, 9], weil man dabei aus der Verschiebung der Kennlinien erkennen kann, ob der Kontaktwiderstand bei dieser Formierung kleiner wird, einem konstanten Grenzwert zustrebt, oder die Tendenz hat, größer zu werden. Der letztgenannte Fall ist natürlich der unangenehmere, ist aber auf Grund einer möglichen Zerstörung dieser heterogenen Mischungen, wie sie die Sinterlegierungen darstellen, leider nicht ausgeschlossen, insbesondere da auch bei reinem Wolfram und Kupfer bei hohen Temperaturen ein Ansteigen des Übergangswiderstandes beobachtet wurde.

Die vorliegenden Untersuchungen werden mit der gleichen Anlage und auf die gleiche Weise wie bei [6] durchgeführt. Das Ergebnis sind Kennlinien, die  $R = f(F, \vartheta)$  bei  $\vartheta = \text{konstant}$  darstellen. Eine formelmäßige Deutung mit Angaben von Werten für  $k$  und  $\alpha$  erscheint aber auf Grund der Unstetigkeit der Kennlinien unzweckmäßig.

#### Wechselseitige Belastung und Entlastung von symmetrischen Kontakten

Bei der Kontakttemperatur  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$  (also bei Über- temperatur  $\vartheta = 0$ ) ergeben sich Verhältnisse entsprechend Bild 2 für einen symmetrischen Punktkontakt einer Wolfram-Kupfer-Sinterlegierung mit dem Mischungsverhältnis  $\text{W:Cu} = 50:50$ . (Diese Legierung ist identisch mit der Legierung Nr. 2 in [1].) Unter symmetrischen Kontakten versteht man hierbei solche, bei denen beide Schaltstücke aus dem gleichen Werkstoff bestehen und die gleiche Oberflächenbeschaffenheit haben.

Die entsprechenden Kennlinien sind für  $\vartheta = 70^\circ\text{C}$  aus Bild 3, für  $\vartheta = 200^\circ\text{C}$  aus Bild 4 und für  $\vartheta = 400^\circ\text{C}$  aus Bild 5 ersichtlich. Die Temperaturstufen  $70^\circ\text{C}$  und  $200^\circ\text{C}$  wurden gewählt, weil früher bei Punkt- und bei Flächenkontakten bei diesen Temperaturstufen eine starke Verminderung des Einflusses der Fremdschichten an Kupferkontakten festgestellt wurde [6, 8]. Ein Vergleich dieser Kennlinien bei den hier untersuchten Temperaturstufen läßt folgende wesentliche Eigentümlichkeiten erkennen:

1. Die Widerstandslinien verlaufen bei niedrigen Kontaktdrücken schräg, bei hohen Kontaktdrücken fast waagrecht.
2. Der Kontaktwiderstand ist bei hohen Temperaturen bei kleineren Kontaktdrücken niedriger und bei höheren Kontaktdrücken höher als bei niedrigen Temperaturen.
3. Die Kennlinien streuen bei hohen Temperaturen weniger als bei niedrigen Temperaturen. Alle diese Ergebnisse stimmen mit den Erfahrungen überein, die an Kupferkontakten gewonnen wurden [2, 6], und die Widerstandswerte entsprechen ungefähr denen von oxydiertem Kupfer. Sinterlegierungen  $\text{W/Cu} = 50/50$  verhalten sich also im untersuchten Bereich grundsätzlich so wie Kupfer, die Widerstandswerte dagegen sind etwas höher.

Anders verhält es sich bei höherem Wolframgehalt, wie die Untersuchungen an einer Sinterlegierung  $\text{W/Cu} = 80/20$

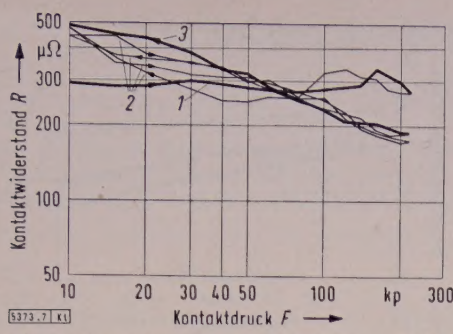


Bild 7. Kennlinien für  $\vartheta = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (W/Cu = 80/20).

zeigt (diese Legierung entspricht der Legierung Nr. 4 in [1]). Bild 6 gilt für  $\vartheta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Bild 7 für  $\vartheta = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Bild 8 für  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  und Bild 9 für  $\vartheta = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ein Vergleich läßt folgende Eigentümlichkeiten erkennen:

1. Die Kennlinien verlaufen bei  $\vartheta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis einschließlich  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  wie bei W/Cu = 50/50, die Widerstandswerte liegen aber ungefähr doppelt so hoch. Bei  $\vartheta = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$  verlaufen die Kennlinien dagegen viel niedriger. Das bedeutet, daß hier das Kupfer auch bei ruhender Belastung ausgeschwitzt werden kann, wie man es bei der Untersuchung der Schweißneigung festgestellt hat [1].

Durch dieses Ausschwitzen entsteht eine Anreicherung von Kupfer in der Berührungsfläche, der Kontaktwiderstand wird zwar zunächst geringer, aber das Gefüge wird in den der Kontaktfläche nahen Zonen verändert. Die mit Kupfer angereicherte Schicht kann bei höheren Temperaturen oder Änderung der Berührungsverhältnisse oxydieren, wodurch das an Kupfer verarmte Wolframskelett stärker zur Stromleitung herangezogen wird, was unerwünschte Temperaturerhöhungen zur Folge haben muß.

2. Die Streuung der Kennlinien wird durch die Erhöhung der Temperatur nicht verringert, sondern sogar vergrößert.
3. Bei abwechselnder Belastung und Entlastung können die Widerstandswerte ansteigen.

Daraus geht hervor, daß Schaltstücke aus der Legierung W/Cu = 80/20 für Dauerstromführung nicht zu empfehlen sind, insbesondere dann nicht, wenn höhere Temperaturen durch Stromüberlastung auftreten können. Inwiefern ein durch eine bestimmte Konstruktion gegebener Kontakt durch den Nennstrom eine unzulässig hohe Kontakttemperatur erfährt, ist für den besonderen Fall einer konstruktiven Ausführung besonders zu untersuchen.

Verschiedene Legierungen bei symmetrischen Kontakten

Um einen Überblick über den schwer erfaßbaren Einfluß des Mischungsverhältnisses zu geben, werden die nach mehreren Belastungs- und Entlastungswechseln erhaltenen „endgültigen“ Kennlinien miteinander verglichen, und zwar in Bild 10 für  $\vartheta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und in Bild 11 für  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Man kann daraus erkennen, daß bei  $\vartheta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  der Kontaktwiderstand bei steigendem Wolframgehalt zunimmt, was zu erwarten war. Bei  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  zeigen alle verglichenen

Kurve	Metall	Legierungs-Nr. in [1]
1	Wolfram	—
2	W/Cu=80/20	4
3	W/Cu=70/30	7
4	W/Cu=60/40	3
5	W/Cu=50/50	2
6	W/Ag=70/30	—
7	Silber	—

Bild 11. Wie Bild 10 für  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

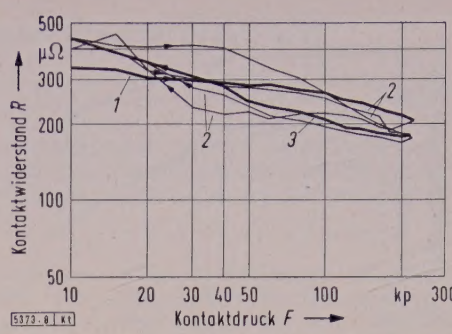


Bild 8. Kennlinien für  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  (W/Cu = 80/20).

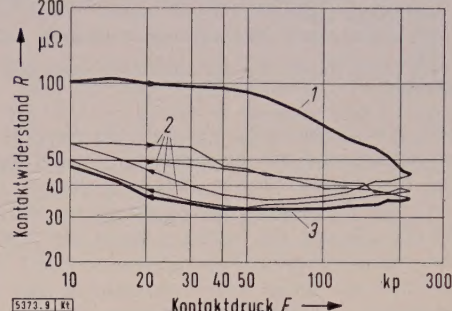


Bild 9. Kennlinien für  $\vartheta = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$  (W/Cu = 80/20).

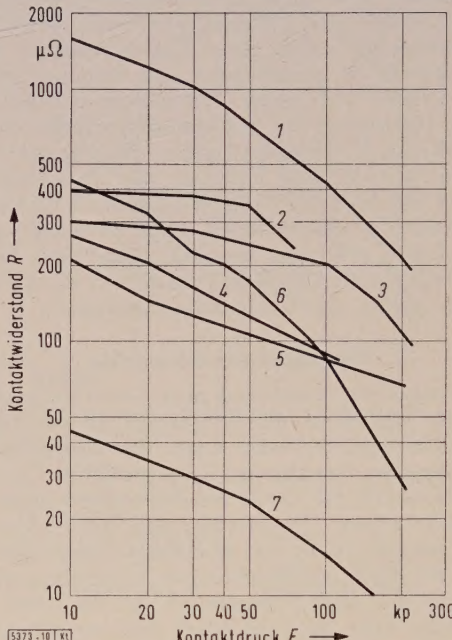


Bild 10. Abhängigkeit des Kontaktwiderstandes R vom Kontaktdruck F bei  $\vartheta = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (endgültige Kennlinie) bei symmetrischen Punktkontakten aus verschiedenen Kontaktmetallen.

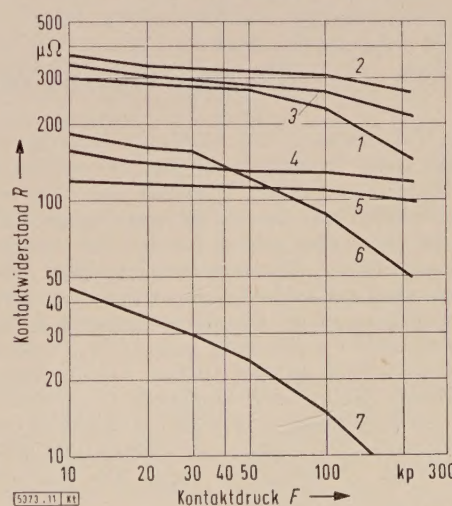


Bild 11. Wie Bild 10 für  $\vartheta = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

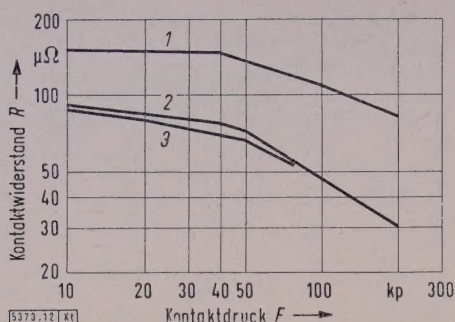


Bild 12. Abhängigkeit des Kontaktwiderstandes  $R$  vom Kontaktdruck  $F$  bei  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$  bei verschiedenen unsymmetrischen Punktkontakten.

- 1 W/Cu = 50/50 gegen Kupfer
- 2 W/Cu = 50/50 gegen Kupfer, das mit einer Schichtdicke von  $2\text{ }\mu\text{m}$  versilbert wurde
- 3 W/Cu = 50/50 gegen Kupfer, das mit einer Schichtdicke von  $10\text{ }\mu\text{m}$  versilbert wurde

Legierungen fast waagrecht verlaufende Kennlinien, d. h. der Kontaktwiderstand ist unabhängig vom Kontaktdruck. Wie früher festgestellt wurde, läßt sich dieses durch die Veränderung der Kontaktberührungsfläche erklären [2].

Daß die Kennlinien für W/Cu = 70/30 und 80/20 höher liegen, also einen höheren Übergangswiderstand haben als kompaktes Wolfram, hängt damit zusammen, daß das durch das Ausschwitzen von Kupfer an Kupfer ärmer gewordene Wolframskelett einen höheren Widerstand je Flächeneinheit und auch infolge der lockeren Berührung einen höheren Kontaktwiderstand haben kann als kompaktes Wolfram. Dieser Vorgang ist zeitabhängig. Bei längerer Belastungszeit (rd. 10 min) und hoher Temperatur (rd.  $800^\circ\text{C}$ ) verschwindet das Kupfer aus der Berührungsfläche, es entsteht ein Kontakt „Wolframskelett gegen Wolframskelett“. Derartige Kontaktstücke sind natürlich gänzlich ungeeignet. Da sowohl die Kennlinie für Wolfram als auch die für Silber stark schräg verläuft, ist es schwer zu sagen, ob bei W/Ag = 70/30 der Einfluß des Wolframs oder des Silbers die Schräglage dieser Kennlinien bedingt. Der Unterschied im Widerstandswert ist jedenfalls durch das Silber bedingt.

#### Unsymmetrische Kontakte

Der Kontaktwiderstand unsymmetrischer Kontakte (solche liegen dann vor, wenn die Kontaktglieder aus verschiedenen Metallen bestehen oder wenn die Beschaffenheit der Kontaktfläche verschieden ist) wurde für versilbertes Kupfer untersucht [9]. Auch bei Sinterlegierungen ist der Einfluß des Silbers bedeutend, wie aus Bild 12 für  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$  und Bild 13 für  $\vartheta = 200^\circ\text{C}$  hervorgeht.

Wenn bei einer unsymmetrischen Kontakthanordnung ein Kontaktglied mit einer Silberschicht von der Dicke von nur  $2\text{ }\mu\text{m}$  versehen wird, so vermindert sich bei  $\vartheta = 20^\circ\text{C}$  der Kontaktwiderstand auf rund die Hälfte des früheren Wertes. Daraus geht hervor, daß der Kontaktwiderstand in

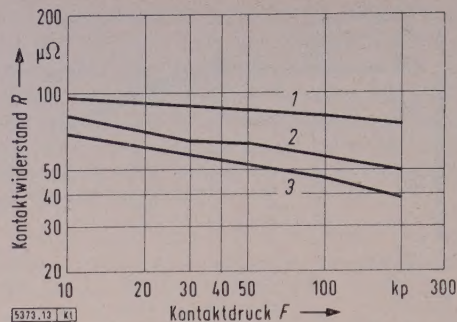


Bild 13. Wie Bild 12 bei  $\vartheta = 200^\circ\text{C}$ .

hohem Maße durch die Verhältnisse in der äußersten Grenzschicht der Oberfläche bestimmt wird. Eine Vergrößerung der Silberschicht auf  $10\text{ }\mu\text{m}$  ergibt keine wesentliche Verbesserung des Kontaktwiderstandes. Bei  $\vartheta = 200^\circ\text{C}$  ist der Unterschied zwischen einer Schichtdicke der Versilberung von  $2\text{ }\mu\text{m}$  und  $10\text{ }\mu\text{m}$  größer geworden; dies stimmt mit den Erfahrungen bei Kupfer überein [9].

#### Zusammenfassung

Der Kontaktwiderstand von Wolfram-Kupfer-Sinterlegierungen hängt vom Mischungsverhältnis der Legierungsbestandteile ab. Bei niedrigem Wolframanteil (W/Cu = 60/40) kann bei höheren Temperaturen eine Anreicherung von Kupfer in der Berührungsstelle den Kontaktwiderstand in zulässigen Grenzen halten. Bei höherem Wolframanteil kann aber ein Ausschwitzen des Kupfers bei hohen Temperaturen zu gefährlichen Folgen führen. Eine Versilberung der W/Cu-Kontaktfläche hat einen sehr günstigen Einfluß auf den Übergang, wie an unsymmetrischen Kontakten gezeigt wird. Wolfram-Silber-Schaltstücke haben im allgemeinen einen niedrigeren Kontaktwiderstand als Wolfram-Kupfer-Schaltstücke, besonders bei hohen Kontaktdrücken.

#### Schrifttum

- [1] Wollenek, A.: Schweißneigung ruhender Starkstromkontakte aus Verbundstoffen. ETZ-A Bd. 81 (1960) H. 10, S. 370–373.
- [2] Wollenek, A.: Die Veränderung der Kontaktfläche bei hohen Temperaturen. Z. angew. Phys. Bd. 12 (1960) H. 8, S. 360–364.
- [3] Scheiner, H.: Systematik der Kontaktstoffe und Starkstromkontakte. Z. Metallknd. Bd. 48 (1957) S. 189–190.
- [4] Contius, E.: Der Einfluß der Größe des Druckes und der Fläche auf den Kontaktwiderstand. Diss. TH Dresden 1929.
- [5] Holm, R.: Elektrische Kontakte. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1929.
- [6] Wollenek, A.: Kontaktwiderstand ruhender Starkstrom-Punktkontakte. ETZ-A Bd. 80 (1959) S. 139–142.
- [7] Wollenek, A.: Kontakterosion und Grenzstromwerte für ruhende Starkstromkontakte. Arch. Elektrotechn. Bd. 54 (1960). Erscheint demnächst.
- [8] Wollenek, A.: Kontaktwiderstand ruhender Starkstrom-Flächen-Kontakte. ETZ-A Bd. 80 (1959) S. 306–308.
- [9] Wollenek, A.: Symmetrische und unsymmetrische versilberte Starkstrom-Punktkontakte. ETZ-A Bd. 80 (1959) S. 826–827.
- [10] Müller-Hillebrand, D.: Flächenkontakte unter hoher Druckkraft. Wiss. Veröff. Siemens-Werke Bd. 20 (1941) S. 85–103.

### Die Hochfrequenz-Vorwärmung in der Kunstharzpresserei DK 621.365.55 : 621.315.616.9

Bei der Verarbeitung von härtbaren Kunstharzen durch Formpressen oder Formspritzen ist es unerlässlich, den meist in Form von Pulver, Granulat oder Tabletten angelieferten Rohstoff vor dem Einbringen in die Form durch Erwärmen in den plastischen Zustand zu bringen. Dies kann grundsätzlich in Vorwärmöfen erfolgen, jedoch hat sich wegen seiner zahlreichen Vorzüge das dielektrische Erwärmungsverfahren in der Praxis weitgehend durchgesetzt; z. B. erfordert die Vorwärmung von  $100\text{ g}$  Preßmasse nur  $30\text{ s}$  und etwa  $8\text{ VAh}$  an elektrischer Arbeit, während die entsprechenden Zahlen bei modernen Vorwärmöfen bei  $600\text{ s}$  bzw.  $150\text{ VAh}$  liegen. Die höheren Anschaffungskosten für HF-Vorwärmgeräte werden bei Zweischichtenbetrieb bereits nach etwa 12 Monaten durch die Einsparung an Energiekosten ausgeglichen.

Außer einer allgemeinen Behandlung derartiger Fragen sowie der besonderen Vorteile des HF-Verfahrens in fertigungstechnischer Hinsicht enthält eine Arbeit von M. Portenschlag-Ledermayr in der Österr. Plastic-Rdsch. (1959) S. 191 bis 193 die Grundgleichungen zum Berechnen der erzielbaren Wärmeleistung, der Temperatursteigerung und der erforderlichen Generatorleistung; als Richtwert für die Erwärmung von je  $200\text{ g}$  Preßmasse um  $100^\circ\text{C/min}$  wird eine HF-Wirkleistung von  $50\text{ W}$  angegeben. Abschließend berichtet der Verfasser über die technischen Einzelheiten von „Elton“-HF-Vorwärmgeräten, die den österreichischen Stand der Technik auf diesem Gebiet verkörpern und eine Betriebsfrequenz von  $50\text{ MHz}$  verwenden.

# Das Solion, ein elektrochemisches Steuerelement

Von Joachim Euler, Frankfurt a. M.\*)

DK 62-523 : 541.133.1

Neben den klassischen Steuerungselementen, den Elektronenröhren und Transistoren, ist noch eine Reihe von anderen denkbar. In den letzten Jahren hat man sich vor allem in den Vereinigten Staaten von Amerika an die große Ähnlichkeit zwischen Elektrolytlösungen und Halbleitern erinnert [1, 2, 3]. Über neuere Fortschritte auf diesem Gebiet berichtet der folgende Aufsatz<sup>1)</sup>.

## Allgemeines

Sowohl in Elektrolytlösungen als auch in Halbleitern wird der elektrische Strom von positiven und negativen Trägern getragen. Den p-Halbleitern entsprechen die Säuren, den n-Halbleitern die Laugen. Allerdings sind die Beweglichkeiten in den Lösungen erheblich kleiner, z. B. von der Größenordnung  $5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , während in Halbleitern Beweglichkeiten von  $2000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  keine Seltenheit sind. Das liegt daran, daß der Strom im Elektrolyten von schweren Ionen transportiert wird, die noch dazu eine Hülle von Wasserdipolen mit sich herumschleppen. Diese sogenannte Solvathülle findet in dem verhältnismäßig zähen Wasser einen großen Reibungswiderstand, während die Elektronen im Leitfähigkeitsband eines Halbleiters fast reibungsfrei wandern können. Als Folge dieser geringen Beweglichkeit in den Elektrolyten ist bei ihrer praktischen Anwendung der Frequenzbereich gegenüber den Halbleitern stark eingeschränkt.

Um die Verwandtschaft zwischen Elektrolyten und elektronischen Halbleitern zu zeigen, macht man nach Bild 1 folgenden Versuch, bei dem ein galvanisch verstärkter Halleffekt auftritt. In einer runden, flachen Kunststoffschale von 10 cm Dmr. sitzen zwei Zinkelektroden, ein flaches Blech 1 und ein runder Stab 5. Der Boden der Schale ist mit Löschpapier bedeckt, das mit 3-prozentiger Essigsäure reichlich getränkt ist. Unter der Wirkung einer angelegten Gleichspannung von 6 V fließt ein Strom, der zunächst völlig symmetrisch zur Verbindungslinie 1—5 verteilt ist. Seitlich an der Schale sind bei 2 und 8 zwei Hilfskammern angebracht, in denen als seitliche Hall-Elektroden zwei poröse Kohlestifte sitzen. Sie arbeiten als Sauerstoffelektroden. Durch seitliches Verschieben der Zinkelektrode 5 wird die Anordnung symmetriert und das Galvanometer 9 stromlos gemacht.

Wird unter die Schale ein kräftiger Permanentmagnet, ein kurzer Stab von 4 cm Länge und 3 cm Dmr., geschoben, so wird die Stromverteilung unsymmetrisch, wie in Bild 1 gezeichnet. Der Hall-Effekt selbst ist sehr klein; durch die elektrochemische Überführung ändert sich aber die Konzentration, und zwar rechts stärker als links. Damit tritt zwischen den Hilfselektroden 2 und 8 eine Spannung von 10 bis 20 mV auf, die einen Strom im Galvanometerkreis fließen läßt. Die Anordnung reagiert auf Umpolen des Hauptstromes und des Magnetfeldes jeweils mit Vorzeichenwechsel, die Zeitkonstante beträgt etwa 20 s.

Die meisten Ausführungsformen der neuen Steuerelemente, die man Solione<sup>2)</sup> nennt, sind nicht ganz so träge wie die eben beschriebene Versuchsanordnung für den galvanisch verstärkten Hall-Effekt. Die obere Frequenzgrenze liegt aber durchweg noch unterhalb von 1000 Hz. Andererseits lassen sich sehr langsame Vorgänge mit Zeitkonstanten von Minuten oder Stunden leicht beherrschen, weil praktisch kein Nullpunktswandern auftritt. Diese Eigenschaft ist für viele Schaltungen sehr wertvoll.

Der Hauptvorteil der Solione liegt in ihrem geringen Ruhestrombedarf. Sie benötigen angeblich noch wesentlich weniger Strom als gleichwertige Transistorschaltungen. Als Energiequelle genügen deshalb selbst über Jahre hinaus

kleine Knopfzellen in den Abmessungen der üblichen Zellen für Hörgeräte. Schaltungen mit Solionen können jahrelang im Ruhezustand gewissermaßen auf der Lauer liegen und auf ihren Einsatz warten. Allerdings sind die üblichen Trockenbatterien deshalb nur schlecht geeignet, weil die Solione nur eine Betriebsspannung von höchstens 0,9 V zulassen. Man muß deshalb besondere Zellen mit niedriger Spannung und mit möglichst kleiner Selbstentladung verwenden. Ihre Fertigung ist im Prinzip leicht möglich; allerdings ist bisher keine befriedigende Ausführung im Handel. In Amerika verwendet man alkalische Primärzellen mit feinverteiltem Blei als negative und Silberoxyd als positive Elektrode. Sie sind unter dem Namen „Mighty Midget“ als Knopfzellen im Handel und sollen beschränkt aufladbar sein.

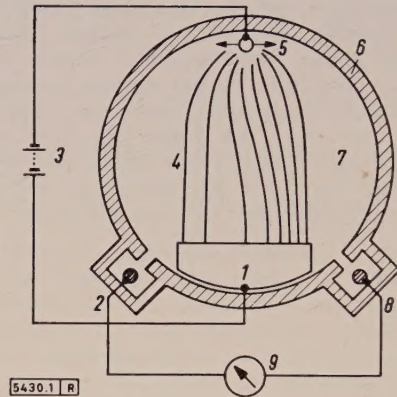
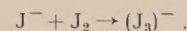


Bild 1. Grundriß der Versuchsanordnung zum Halleffekt in wässriger Lösung. Das Magnetfeld durchsetzt die Zeichenebene senkrecht.

- 1 Zinkblech
- 2, 8 poröse Kohlestifte als seitliche Hallelektroden
- 3 6-V-Akkumulator
- 4 Stromfäden
- 5 seitlich verstellbarer Zinkstab
- 6 flache Kunststoffschale mit etwa 10 cm Dmr.
- 7 Löschpapier mit dreiprozentiger Essigsäure
- 9 Galvanometer mit  $\pm 5 \mu\text{A}$  Vollausschlag

## Elektrochemische Grundlagen

Die Elektroden bestehen üblicherweise aus Platin und sind sowohl elektrochemisch inert als auch indifferent gegen die korrosiven Lösungen. Meist wird eine Lösung von elementarem Jod in wässriger Kaliumjodidlösung verwendet. In derartigen Lösungen findet man das Jod hauptsächlich als negative Trijodid-Ionen:



Diese Trijodidlösungen, die schon 1877 von Johnson entdeckt worden sind, verhalten sich in vieler Hinsicht sehr ähnlich wie eine einfache Jodlösung. Das dunkelrotbraune Trijodid ist eine lockere Additionsverbindung von elementarem Jod an Jodid; es bildet sich leicht, zerfällt aber ebenso leicht wieder.

Fließt Strom durch die Lösung, so wird an der Kathode Jod zu Jodid-Ionen reduziert, während an der Anode Jodid-Ionen zu Jod oxydiert werden. Da wir hier das Jod,  $\text{J}_2$ , locker gebunden an ein Jodid-Ion  $\text{J}^-$  vorliegen haben, müssen wir diese Vorgänge folgendermaßen schreiben:

\*) Dr.-Ing. J. Euler gehört dem Zentral-Laboratorium der Accumulatoren-Fabrik AG in Frankfurt an und hat einen Lehrauftrag der Technischen Hochschule Stuttgart.

1) nach amerikanischen Arbeiten.

2) weil sich in Lösungen (englisch „solutions“) Ionen bewegen.

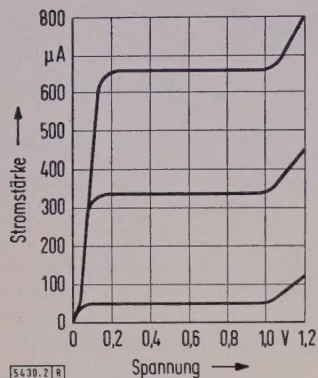


Bild 2. Typische Strom-Spannungskennlinien für Platin-Elektroden in drei Lösungen von elementarem Jod in wässriger KJ-Lösung mit verschiedener Konzentration. Die Kurven sind mit steigenden Jodkonzentrationen aufgenommen. Oberhalb 1 V setzt Wasserstoffabscheidung ein.

an der Kathode  $(J_3)^- + 2e \rightarrow 3J^-$ ,

an der Anode  $3J^- - 2e \rightarrow (J_3)^-$ .

An beiden Elektroden zusammen wird die Lösung also nicht verändert. Dies gilt natürlich nur, solange die Elektroden-Spannung kleiner als etwa 0,9 V bleibt. Bei höheren Spannungen findet man neben den gewünschten Vorgängen noch eine kräftige Wasserzersetzung.

Verwendet man eine Lösung, deren Jodid-Konzentration wesentlich größer als ihre Jod-Konzentration ist, so hängt der Strom nur noch von der Geschwindigkeit ab, mit der das Jod die Kathode erreicht. Die gesamte Zellenspannung setzt sich aus einem Kathodenanteil, einem Anodenanteil und dem Spannungsabfall in der Lösung zusammen. Macht man die Kathodenfläche klein gegen den Querschnitt des Elektrolyten und gegen die Fläche der Anode, so ist die Zellenspannung praktisch mit dem Kathodenanteil identisch, und der Strom wird fast nur durch die Bedingungen in nächster Nachbarschaft der Kathode gesteuert.

Bild 2 zeigt typische Kennlinien zweier Pt-Elektroden in  $(J_3)^-$ -Lösung. Wie man erkennt, steigt der Strom bis etwa 0,2 V an und wird dann von der Spannung unabhängig. Die Höhe des Stromes hängt in diesem Bereich fast nur von der Konzentration des elementaren Jodes ab und wächst proportional zu ihr. Oberhalb von 1 V steigt der Strom wieder an, weil dann die Wasserstoffabscheidung beginnt. Man muß deshalb die Spannung auf 0,9 V begrenzen. Wichtig ist es, solche Verunreinigungen aus der Lösung herauszuhalten, die im Arbeitsbereich reduziert werden können. Besonders wichtig scheinen Sauerstoff und Blei zu sein, die schon in geringen Konzentrationen die Kennlinien empfindlich stören können.

#### Transport von Jod

In einigen Solion-Typen macht man davon Gebrauch, daß man durch eine Elektrolyse Jod vom Kathoden- in den Anodenraum bringen kann und daß die transportierte Jodmenge genau proportional zur angewendeten Strommenge ist. Der hohe Wert der Faradayschen Konstanten, 96 500 As/Mol, macht es dabei möglich, Ströme in der Größenordnung einiger Mikroampere mit geradezu winzigen Substanzmengen zu erhalten.

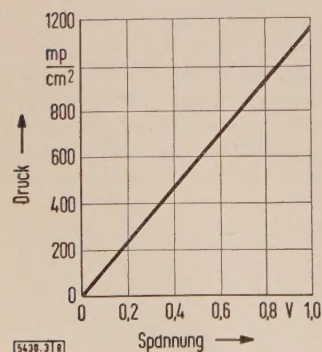


Bild 3. Der in einer elektroosmotischen Zelle erzeugte Druck in Abhängigkeit von der angelegten Spannung.

Neben der Jodverschiebung durch die Elektrolyse wird oft die Elektro-Osmose mit ihren Umkehrungen verwendet. Dabei handelt es sich um die Bewegung einer Flüssigkeit durch einen porösen Nichtleiter, z. B. ein gesintertes Glasfilter, unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes. Die Elektro-Osmose arbeitet gewissermaßen wie eine kleine Pumpe, mit der man die Lösung zwischen gekoppelten Elektrolyträumen hin- und herpumpen kann. Durch Auswahl der richtigen Querschnitte, Porengröße und Lösungskonzentrationen gelingt es bis zu einem gewissen Grade, die erforderliche Spannung entsprechend niedrig zu halten, so daß interessante Schaltungen möglich werden. Bild 3 zeigt den von einer osmotischen Zelle erzeugten Druck in Abhängigkeit von der Spannung. Wie man erkennt, sind mit 0,8 V etwa 900 mp/cm² erreichbar.

#### Verschiedene Solion-Anordnungen

Zur Zeit verwendet man in Versuchsschaltungen verschiedene Solione:

Strombegrenzer, auch elektrochemische Diode genannt, Druck- und Bewegungsempfänger, Elektrochemische Integratoren, Verstärker.

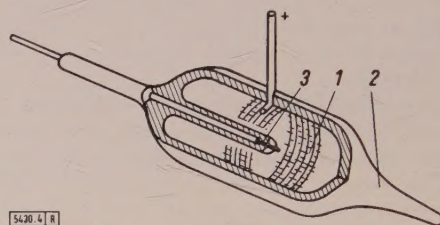


Bild 4. Schnitt durch eine elektrochemische Diode. Man erkennt die kleine Kathode 3 und die netzförmige Anode 1, die in ein kleines Glasgefäß 2 eingeschmolzen sind. Das Gefäß muß nach dem Füllen sorgfältig sauerstofffrei gemacht werden. Länge etwa 25 mm, Durchmesser etwa 6,5 mm.

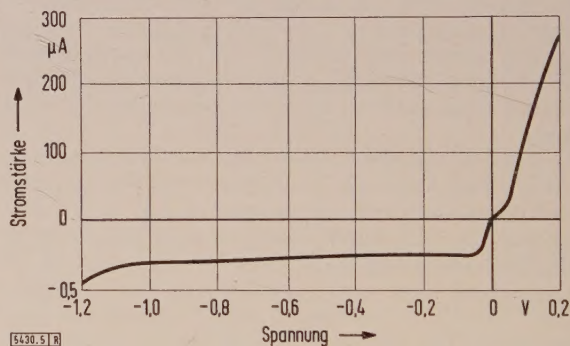


Bild 5. Kennlinie einer elektrochemischen Diode. Man erkennt das Rückstromverhältnis 500 : 1. Wie üblich, ist der Rückstrom wesentlich überhöht dargestellt.

#### Elektrochemische Dioden

Bild 4 zeigt den Schnitt durch eine Solion-Diode. Sie beruht, wie oben beschrieben, im wesentlichen auf der Konzentrations-Polarisation der Kathode. Bild 5 zeigt die Strom-Spannungskurve, die den üblichen Gleichrichterkennlinien sehr ähnlich ist. Das Rückstromverhältnis beträgt etwa 500 : 1. Über den Elektroden einer Solion-Diode liegen die bekannten Doppelschicht-Kapazitäten, die sich an jeder elektrochemischen Elektrode ausbilden. Hat die Kathode eine Fläche von 0,01 cm² und setzt man wie üblich eine Doppelschicht-Kapazität von etwa 30 µF/cm² an, so erhält man bei 0,2 V Wechselspannung bei den verschiedenen Frequenzen einen Wechselstrom (Tafel 1).

Nach Bild 5 ist der Rückstrom bei 0,2 V nur 0,25 µA. Man kann also mit der Frequenz 0,1 Hz nicht wesentlich überschreiten, wenn die kapazitiven Nebenströme das Rückstromverhältnis nicht verschlechtern sollen.

Tafel 1. Wechselstrom durch die Doppelschicht-Kapazität bei einer Kathodenfläche von  $0,01 \text{ cm}^2$ , einer spezifischen Kapazität von  $30 \mu\text{F}/\text{cm}^2$  und einer Spannung von  $0,2 \text{ V}$ .

Frequenz Hz	Strom $\mu\text{A}$
0,1	0,04
1	0,4
10	4
100	40
1000	400

### Druck- und Bewegungsempfänger

Die Charakteristik nach Bild 5 beruht im wesentlichen auf der begrenzten Diffusionsgeschwindigkeit des Jods, mit der es zur Kathode gelangt. Der Strom ist im wesentlichen durch die Gleichung

$$I = n F \cdot A \cdot D \cdot \frac{dc}{dx}$$

gegeben.

Darin ist  $n$  die Anzahl der beteiligten Elektronen, hier  $n = 2$ ,  $F = 96\,500 \text{ As}$  ist das Faradaysche Äquivalent,  $A$  ist die Kathodenfläche,  $D$  der Diffusionskoeffizient ( $D \approx 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ ) und  $dc/dx$  das Konzentrationsgefälle vor der Kathode. Diese letzte Größe läßt sich nur schlecht abschätzen. Man kennt zwar die Konzentration in der Lösung und weiß, daß unmittelbar an der Kathode die Konzentration nahezu Null wird. Die Dicke der verarmten Schicht aber kann zwischen einigen  $\mu\text{m}$  und etwa  $1 \text{ mm}$  liegen, ist also nur durch genaue Messungen zu ermitteln. Im vorliegenden Fall dürfte die Konzentration etwa  $0,1 \text{ Mol/l}$  und die Dicke der Verarmungsschicht etwa  $1 \text{ mm}$  gewesen sein. Man erhält damit ungefähr die in Bild 5 angegebenen Sperrströme von  $0,25 \mu\text{A}$ .

Der Diffusionskoeffizient  $D$  ebenso wie die Dicke der verarmten Schicht vor der Kathode lassen sich sehr stark durch Strömungen im Elektrolyten beeinflussen. Der Sperrstrom einer in Sperr-Richtung gepolten Solion-Diode steigt stark an, wenn der Elektrolyt an der Kathode vorbeifließt. Dann wird ja zusätzlich Jod herangeführt. Da der Sperrstrom proportional zur herangeführten Jodmenge anwächst, muß auch die Abhängigkeit zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Stromvergrößerung linear sein. Das setzt allerdings voraus, daß alle herangeführten  $(\text{J}_3)^-$ -Ionen tatsächlich zur Kathode gelangen. In Wirklichkeit ist das aber nicht der Fall; man kann durch geeignete Formgebung der Kathoden sogar erzwingen, daß der Zusammenhang zwischen Strom  $I$  und Strömungsgeschwindigkeit  $v$  annähernd einem Wurzelgesetz folgt oder logarithmisch wird:

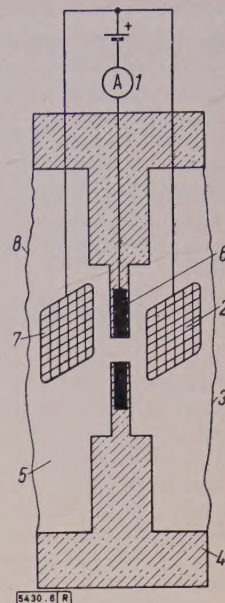
$$I \sim \sqrt{v} \text{ oder } I \sim \ln v.$$

Bild 6 zeigt den schematischen Schnitt durch einen solchen Bewegungsempfänger. Die richtkraftfreien Membranen 3 und 8 übertragen die Bewegung des umgebenden Mediums auf den Elektrolyten und treiben ihn durch das als Kathode geschaltete Loch in der Platinscheibe 6. Die Empfänger lassen sich sehr empfindlich machen, selbst  $10^{-5} \text{ cm}^3/\text{s}$  können noch nachgewiesen werden. Läßt man die eine Seite frei, so kann man die Empfänger auch in Druckeinheiten eichen. Sie können dann zum Messen von einigen  $\text{mp}/\text{cm}^2$  benutzt werden. Natürlich lassen sich Gleichströmungen oder Gleichdrucke nur über begrenzte Zeiten messen, weil ja der Flüssigkeitsvorrat in dem Solion begrenzt ist. Andererseits lassen sich Wechselströmungen und Wechseldrucke bis etwa  $200 \text{ Hz}$  erfassen.

### Integratoren

Der einfachste Integrator besteht nach Bild 7 aus zwei Elektrolytkammern, einem größeren Behälter 1 und einem Arbeitsraum 5. Die Kammern sind durch eine Schicht von gesintertem Glaspulver 3 getrennt. Diese Schicht verringert den Diffusionskoeffizienten des Jods und soll verhindern, daß im Arbeitsraum durch Elektrolyse erzeugtes Jod ins Reservoir zurückdiffundiert.

Bild 6. Schematischer Schnitt durch einen elektrochemischen Bewegungsempfänger. Auf einem Kunststoffring 4 sitzen zwei richtkraftfreie Kunststoffmembranen 3 und 8. In den beiden Elektrolyträumen befinden sich zwei Platingewebe 2 und 7 als Anoden. Die Kathode ist eine Platinscheibe 6 mit einem Loch. Die Zelle ist mit dem Elektrolyten 5, einer Lösung von Jod in wäßriger Kaliumjodidlösung, gefüllt.



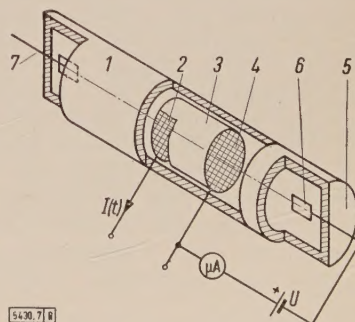
Legt man an die beiden Elektroden 2 und 4 eine Spannung von  $0,2$  bis  $0,9 \text{ V}$ , so wird an der Anode Jod abgeschieden. Die Menge  $m$  ist gegeben durch die Gleichung

$$m = \frac{M}{96\,500} \int_0^t I dt,$$

mit dem Strom  $I$  und der Zeit  $t$  verknüpft, worin  $M = 126,9$  das Molekulargewicht von Jod ist. Da das Volumen des Arbeitsraumes festliegt, ist die Jodkonzentration unmittelbar proportional zur Ladungsmenge, wobei von einer Anfangskonzentration abgesehen wird. Die Jodkonzentration kann als Farbänderung oder Änderung der Lichtdurchlässigkeit mit Hilfe einer Photozelle gemessen werden. Man kann auch einfach das elektrochemische Konzentrationspotential zwischen zwei Hilfselektroden 6 und 7, für jede Zehnerpotenz Konzentrations-Unterschied etwa  $59 \text{ mV}$ , messen. Das empfindlichste Verfahren zum Messen der Konzentration besteht aber in der Anwendung des Solion-Effektes selbst. Dazu wird die kleine Hilfselektrode 6 im Arbeitsraum negativ mit  $0,2$  bis  $0,9 \text{ V}$  gegen die Elektrode 4 vorgespannt. Dann fließt zwischen 4 und 7 der am Strommesser ablesbare Rückstrom einer in Sperr-Richtung geschalteten Solion-Diode. Er ist direkt proportional zur Jodkonzentration und damit ein empfindliches Maß für die zwischen 2 und 4 geflossene Ladungsmenge. Da das Jod-Jodid-System reversibel ist, läßt sich der Integrator durch umgekehrten Strom wieder in den Anfangszustand zurückführen.

Die Brauchbarkeit der Integratoren ist durch zwei Frequenzgrenzen eingeschränkt. Einerseits werden alle schnellen Anteile, etwa oberhalb von  $1 \text{ Hz}$ , durch die Doppelschichtkapazität kurzgeschlossen und deshalb bei der Integration nicht mitgenommen. Andererseits diffundiert das Jod durch die Glasfritte zwar langsamer, aber immer noch mit

Bild 7. Prinzip eines elektro-mechanischen Integrators. Der Behälter 1 und der Arbeitsraum 5 sind durch eine Glasfritte 3 getrennt. Zwingt man den Netzelektroden 2 und 4 von außen einen zeitlich veränderlichen Strom  $I(t)$  auf, so wird bei der positiven Polung von 4 Jod in den Arbeitsraum 5 gebracht. An der Hilfselektrode 6 liegt über einem Strommesser die Hilfsspannung  $U$ ,  $-0,2$  bis  $-0,9 \text{ V}$  gegen 4. 7 ist eine Hilfselektrode im Reservoir.



endlicher Geschwindigkeit. Man darf wahrscheinlich nicht damit rechnen, daß der Integrator länger als etwa 10 Minuten ausreichend fehlerfrei speichern kann.

#### Verstärker

Schaltet man elektro-osmotische Zellen mit den oben beschriebenen Strömungsmessern zusammen, so kann man in einfacher Weise eine beachtliche Stromverstärkung erhalten. Die Osmose-Zelle arbeitet dabei als kleine Pumpe, die einen Flüssigkeitsstrom durch die Löcher einer eng gewebten Platin-Netzkathode treibt. Der Sättigungsstrom in Sperr-Richtung einer solchen Zelle ist durch

$$I = 10^{-3} F n v$$

gegeben, worin  $F$  das Faradaysche Äquivalent,  $n$  die Konzentration des Jods in der Lösung (sogenannte Normalität) und  $v$  die Strömungsgeschwindigkeit in  $\text{cm}^3/\text{s}$  ist. Der Faktor  $10^{-3}$  rührt daher, daß üblicherweise  $n$  in Mol je Liter angegeben wird. Ist die Lösung etwa 0,1 normal, so ergeben Strömungsgeschwindigkeiten von  $10^{-3}$  bis  $10^{-5} \text{ cm}^3/\text{s}$  bereits Stromstärken von 0,1 bis 10 mA. Die elektro-osmotische Zelle benötigt zum Erzeugen einer Strömung von  $10^{-3} \text{ cm}^3/\text{s}$  eine Stromstärke von 20 bis  $30 \mu\text{A}$  bei etwa 1 V. Die Stromverstärkung liegt also bei etwa 400.

Schaltet man elektro-osmotische Zellen und Strömungsmesser nicht unmittelbar zusammen, sondern benutzt man statt dessen federnde Bälge, Widerstandskapillaren, kapazitive Membranen und andere hydraulische Schaltelemente zum Koppeln, so lassen sich ganz analog zu elektrischen

Schaltbildern Anordnungen angeben, mit denen man differenzieren und multiplizieren kann.

Die Solion-Anordnungen werden zum Teil schon erprobt, zum Teil werden sie zur Zeit erst entwickelt. Man darf annehmen, daß sie in der Regeltechnik eine Reihe von Aufgaben finden werden, bei denen es darauf ankommt, langsame Frequenzen zu erfassen.

#### Zusammenfassung

Zwischen der elektrolytischen Leitung und der im elektronischen Halbleiter besteht eine große Ähnlichkeit. In den letzten Jahren sind vor allen Dingen in den USA Steuerungselemente entwickelt worden, die auf dieser Ähnlichkeit beruhen. Hauptsächlich verwendet man Anordnungen von korrosionsbeständigen Elektroden in  $\text{KJ}_3$ -Lösungen. Auf diese Weise erhält man sehr einfache Dioden, Druck- und Bewegungsmesser, Integratoren und Verstärker. Die neuen Bauelemente haben nur eine niedrige Grenzfrequenz. Der Strombedarf von Solion-Schaltungen liegt aber noch unter demjenigen von gleichwertigen Transistor-Schaltungen. Das Hauptanwendungsgebiet wird wahrscheinlich die Regeltechnik sein.

#### Schrifttum

- [1] Hurd, R. M., u. Lane, R. N.: Principles of very low power electrochemical control device. J. Electrochem. Soc. Bd. 104 (1957) S. 727 bis 730.
- [2] Hurd, R. M., u. Jordan jr., W. H.: The principles of the solion. Platinum Met. Rev. Bd. 4 (1960) H. 2, S. 42-47.
- [3] Reed, H. B., u. McAnitty, J. B.: The solion. Yale Scientific Mag. Bd. 32 (1958) Nr. 5.

## Motoren-Schaltschränke in 400-V-Verteilungen für Öl-Raffinerien

Von Helmut Stolpp, Hamburg\*)

DK 621.316.344 : 665.54

Die bekannten Schaltschränke in Kammerbauweise enthalten neben Leistungsschaltern auch Luftschütze und andere herausziehbare kleinere Schaltgeräte. Die Größe der Leistungsschalter bedingt die Kammergrößen. Zur Raumaussnutzung müssen mehrere Geräte in eine Kammer eingebaut werden. Um der Forderung nach gefahrloser Bedienung und schneller Austauschbarkeit besser entsprechen zu können, wurde der Motoren-Schaltschrank entwickelt. Dieser Schrank wird hauptsächlich als Unterverteilung, vor allem in der Verfahrenstechnik, verwendet. Die Abgänge mit Luftschützen, Hebelschaltern und dergleichen werden in Einschubtechnik in getrennten Kammern angeordnet.

#### Bedingungen, die an elektrische Anlagen in Raffinerien gestellt werden

Raffinerien gehören zu den Betrieben, deren Stromversorgung so sicher sein muß, wie es nach dem augenblicklichen Stand der Technik in wirtschaftlich tragbarem Rahmen überhaupt möglich ist. Ausfälle der Stromversorgung unterbrechen immer die ineinandergreifenden, gekoppelten Produktumläufe der Raffinerie. Dadurch kann es zu größeren Fertigungsstörungen kommen. Ausfall des Kühlwassers zum Beispiel oder eine Stockung des Umlaufes der Raffinerieerzeugnisse geben häufig den Anlaß zu unangenehmen Sekundärstörungen, die sogar Unfallgefahren hervorrufen können. Die elektrischen Stromverteilungsanlagen müssen deshalb eine weitgehende Betriebs- und Unfallsicherheit gewährleisten.

Die in modernen Ölraffinerien hochentwickelte Automatisierung und Rationalisierung bedingen einen entsprechend kleinen Kreis von fachlichem Bedienungspersonal. Dies gilt für den elektrischen genauso wie für den verfahrenstechnischen Teil der Anlage. In einer Raffinerie wird im normalen Schichtbetrieb die elektrische Anlage vom Betriebspersonal mit bedient; dafür wird es besonders unterwiesen, hat jedoch keine elektrotechnische Fachausbildung erhalten. Das bedeutet, daß die elektrische Anlage übersichtlich und klar aufgeteilt, von angelernten Kräften bedient und gewartet werden muß. Darüber hinaus müssen sogar kleinere Reparaturen, wie Auswechseln von Sicherungen, Schaltgeräten und dergleichen, gefahrlos durchgeführt werden

können. Elektrotechnisches Fachpersonal steht nur noch für größere Instandsetzungen oder Umbauten während der Tagesschicht in beschränktem Umfang zur Verfügung.

Als Beispiel sei erwähnt, daß eine moderne Raffinerie bei durchgehendem Tag- und Nachtbetrieb mit einer Spitzenleistung von etwa 15 MW und einem Verbrauch von etwa 100 Mio. kWh/Jahr und einem Bestand von rund vierhundert Motoren bis 4000 kW Einzelleistung nur einen Elektromeister mit drei Elektromonteuren beschäftigt. Eine Schicht für das Elektropersonal gibt es nicht. Abends und nachts ist also im Normalfall kein Elektromonteure in der Raffinerie.

Neben der Entwicklung einer automatischen Störungs-Langsam-Umschaltung in den Niederspannungs-Hauptverteilungen wurden für diese Verhältnisse die Motoren-Schaltschränke als Unterverteilungen (Bild 1) entwickelt, an die folgende Bedingungen gestellt wurden:

Völlig gefahrlose Bedienung der elektrischen Anlagen. Das Betriebspersonal für die Anlage, z. B. Maschinenwärter, Chemiefacharbeiter, muß sämtliche Schalträume betreten und bedienen können; größtmögliche Sicherheit bei Reparaturen für die wenigen Elektromonteure und damit auch für den Betrieb selbst;

einfache und schnelle Austauschbarkeit von Geräte-Einschüben (Schalteinheiten) nach dem Baukastensystem während des Betriebes der übrigen Anlage;

Anpassungsfähigkeit der Schaltschränke an eine veränderte Bestückung, damit man die Leistung der angeschlossenen Motoren leicht ändern kann;

\*) Dipl.-Ing. H. Stolpp ist Mitarbeiter der Esso AG, Hamburg.

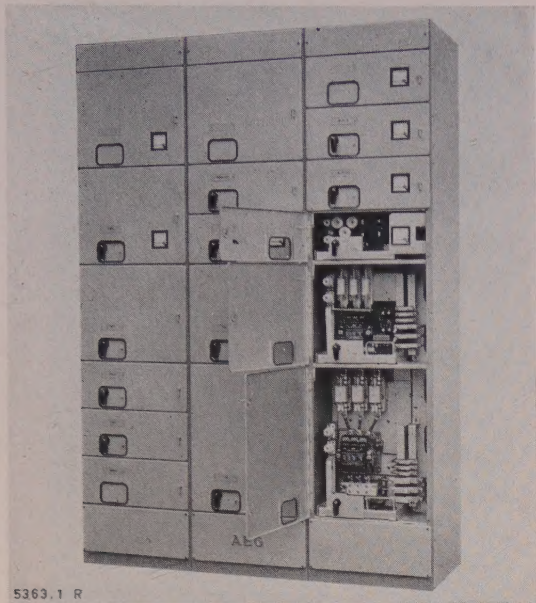


Bild 1. Fabrikfertiger Motoren-Schaltschrank als Motorenverteilung in einer Ölraffinerie.

gute Raumaussnutzung, damit auch in explosionsgefährdeten Bezirken die Verwendung von Schaltanlagen in fremdbelüfteten Stationen wirtschaftlich ist. Die wichtigen und schwer zugänglichen druckfest gekapselten Anlagen können dann in den meisten Fällen vermieden werden; Fehlerbegrenzung durch Schottung und Lichtbogenschutz.

Das System der Motoren-Schaltschränke, das diesen Bedingungen weitgehend entspricht, wurde erstmalig für die Esso-Raffinerie Köln entwickelt und hat sich auch in anderen Raffinerien bewährt.

**Gefahrlose Bedienung**

Die Berührungssicherheit verbürgt eine Blechkapselung (Bild 1 und 2). Die Schaltgeräte (Motorschütze) werden von außen bedient. Auch die Bimetallauslöser können von außen entsperrt werden, ohne daß man die einzelnen Kammertüren zu öffnen braucht (Bild 1). Die Kammertüren sind im eingeschalteten Zustand von dem Knebel des Steuerstellers verriegelt. Ist der Steuersteller in Stellung „Aus“, so lassen sich die Kammertüren mit Knebel-

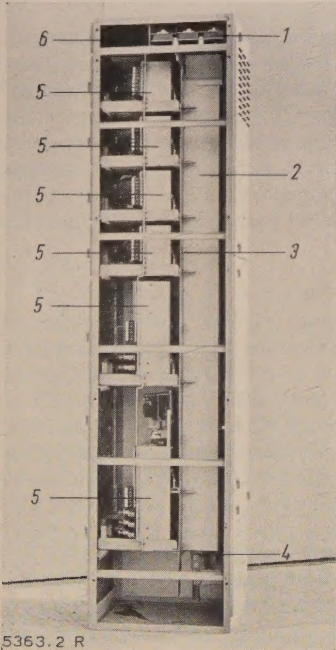


Bild 2. Seitenansicht eines Feldes.

- 1 Hauptsammelschienen-system
- 2 Kanal für die senkrechten Sammelschienen. Die Sammelschienen selbst sind nicht sichtbar, da sie völlig gekapselt sind.
- 3 Erdschiene aus verzinktem Bandeisen
- 4 Anschlußfahnen für Zuleitungen
- 5 Geräte-Einschübe
- 6 Kanal für Steuerleitungen

verschlüssen öffnen. Auf Verschlüsse, die nur mit Werkzeugen zu öffnen sind, wurde aus folgenden Gründen verzichtet:

Erstens stehen die Motoren-Schaltschränke in elektrischen Betriebsräumen, die in der Regel nur von unterwiesenen Personen betreten werden; diese besitzen ein Betriebsbuch, in dem ihre Befugnisse genau abgegrenzt aufgeführt sind. Das Öffnen von Schaltschränken ist hiernach verboten. Die Kenntnis der Bestimmungen des Betriebsbuches muß von dem unterwiesenen Personal durch Unterschrift bestätigt werden.

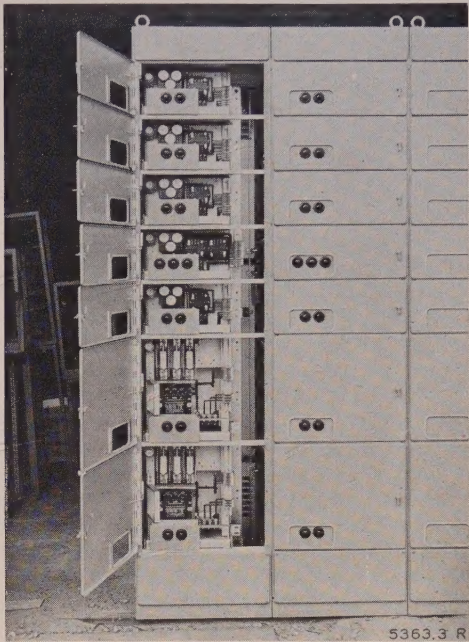


Bild 3. Teil eines fabrikfertigen Motoren-Schaltschranks mit eingesetzten Geräteschüben.

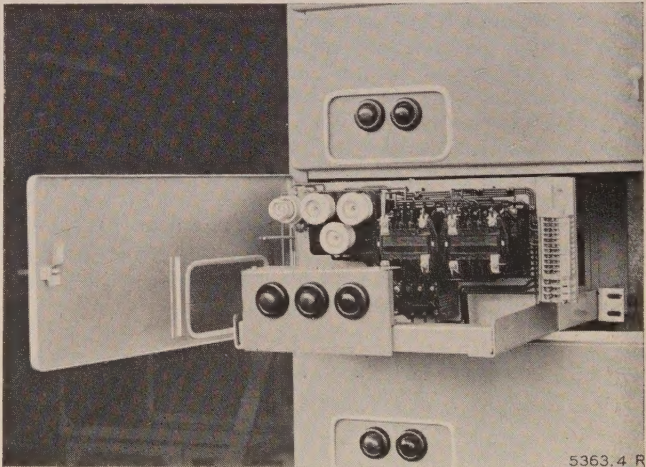


Bild 4. Geräte-Einschub halb aus der Gerätekammer herausgezogen.

Zweitens müssen beim Beheben von Störungen die wenigen Elektromonteur die Kammern schnell öffnen können.

Die kurzschlußfeste Ausführung der Motoren-Schaltschränke ist durch ausreichende Austrittsöffnungen im Inneren gewährleistet. Überdrücke bei schweren Kurzschlüssen werden gefahrlos ausgeglichen. Das Bedienungspersonal ist unmittelbar am Schrank auch bei schweren Kurzschlüssen nicht gefährdet, da die entstehenden Überdrücke abgeleitet werden, ohne daß Kammertüren aufliegen oder heiße Gase in den Schaltraum dringen.

**Austauschbarkeit**

Bei Störungen muß man die Geräte-Einschübe schnell auswechseln können (Bild 3 und 4). Die elektrische Ver-

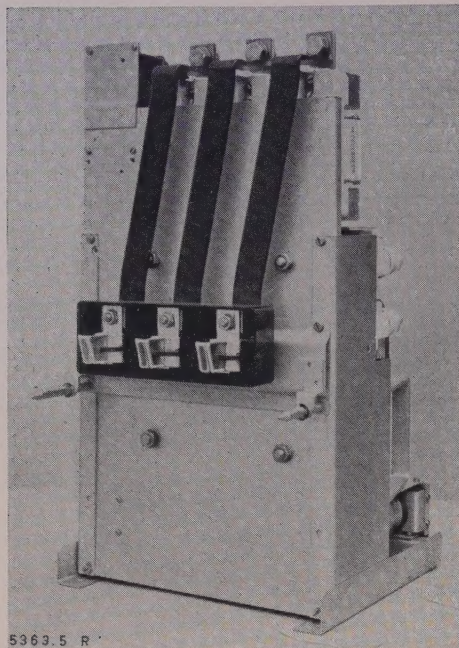


Bild 5. Rückansicht eines Geräte-Einschubes. In der Mitte sind die Einschiebkontakte sichtbar, welche die Verbindung zu den Feldsammelschienen herstellen.

bindung der Schaltgeräte des Einschubes zu den Sammelschienen stellen drei rückseitig am Geräte-Einschub angebaute Einschiebkontakte her, die auf die senkrechten Sammelschienen aufgeschoben werden (Bild 5). Der Geräte-Einschub läßt sich nach dem Lösen der abgehenden Leistungs- und Steuerkabel aus der Kammer herausziehen.

Bei einem normalen Motoren-Schutz mit drei Starkstrom- und drei Steuerleitungen ist die Arbeit in etwa zwei Minuten erledigt. Man kann dann den fehlerhaften Einschub herausnehmen, einen Reserveeinschub einsetzen und diesen wieder mit den Kabeln verbinden. Die gesamte Auswechslung beansprucht nur vier Minuten.

Um beim Ab- und Anklempfen der Kabel sicher zu verhindern, daß Anschlußdrähte vertauscht werden, ist deren Lage zueinander gesichert. Obwohl alle übrigen Antriebe bei dieser Auswechslung weiter in Betrieb sind, und also auch die Sammelschiene unter Spannung liegt, besteht für den Monteur keine Gefahr, mit unter Spannung stehenden Teilen in Berührung zu kommen.

Der zugehörige Schalter (Schütz) ist vor Öffnen der Kammertür zwangsläufig ausgeschaltet. Die Schottung verhindert, unter Spannung stehende Teile benachbarter Kammern zu berühren (Bild 6).

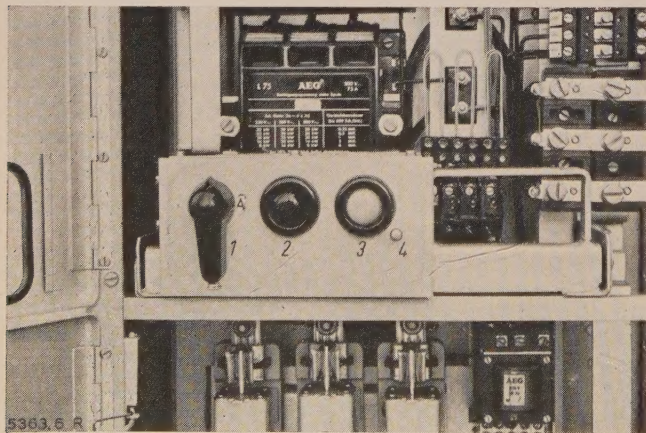


Bild 6. Betätigungsgeräte auf der Einschubblende.

- 1 Steuerstelle, die gleichzeitig zum Verriegeln der Tür im eingeschalteten Zustand dient
- 2 Signallampe „Ein“ (Lauf Lampe)
- 3 Signallampe „Störung“
- 4 Rückstellknopf für den Bimetall-Auslöser

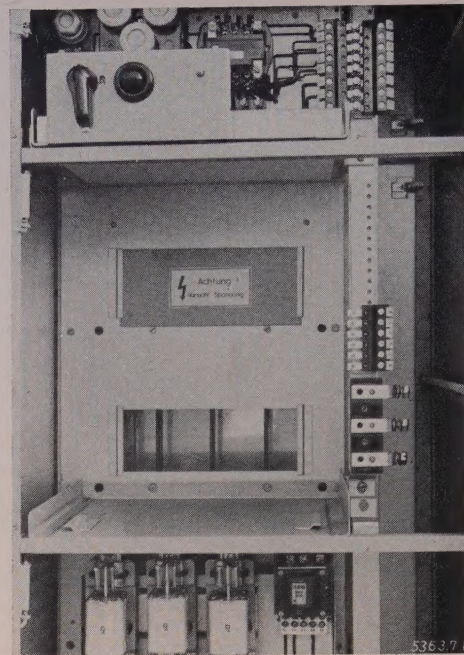


Bild 7. Gerätekammer ohne Einschub. Die untere Isolierstoffplatte ist entfernt, damit die senkrechten Feldsammelschienen sichtbar sind.

### Sicherheit bei Instandsetzungsarbeiten

#### Schottung

Bei dem geringen Ausbildungsstand des Fachpersonals entfällt zum Teil die Sicherheit durch eine gegenseitige Beaufsichtigung, wie es bisher in offenen und gekapselten Anlagen üblich war. Bei den Motoren-Schaltschränken ist man deshalb zu weitgehender Abschottung aller Räume innerhalb der Blechkapselung übergegangen (Bild 7).

Dadurch erhält man eine weit höhere Sicherheit gegen benachbarte Spannungen, als es trotz einer guten und ausreichenden Beaufsichtigung möglich wäre, denn ein großer Teil von elektrischen Unfällen — und damit auch von empfindlichen Betriebsstörungen — ist auf Berühren benachbarter unter Spannung stehender Teile zurückzuführen. Ungeschicklichkeit beim Arbeiten, Unterlassung von Absperurmaßnahmen und Verwechslungen sind die Ursachen. Durch das Abschotten der einzelnen Kammern gegeneinander und gegen die Sammelschienen ist es beim Öffnen einer Kammer, die immer nur einem Abgang zugeordnet ist, nicht mehr möglich, Teile einer anderen Kammer zu berühren.

#### Türverriegelung

Jeder Einschub ist mit einem Steuersteller ausgerüstet, der die Steuerspannung allpolig abschaltet. Der Knebel des Steuerstellers ist derart auf der Blende des Einschubs angeordnet, daß die zugehörige Kammertür verriegelt ist, wenn der Steuersteller eingeschaltet ist. Erst wenn durch Handbetätigung des Steuerstellers der Abgang ausgeschaltet wird, kann die Kammertür geöffnet werden. Eine Fern-Einschaltung von Schützen oder Schaltern ist dadurch ebenfalls unterbunden (Bild 6).

#### Die Geräte-Einschübe

Vor dem Arbeiten an einem Geräte-Einschub oder an einem abgehenden Versorgung- oder Steuerkabel muß der Geräte-Einschub herausgezogen werden. Die Arbeiten hierzu sind vom Fachpersonal mit der üblichen Umsicht auszuführen; dann können dabei unter Spannung stehende Teile nicht berührt werden. Nach Herausnahme des Geräte-Einschubs bleibt nur noch ein Durchbruch in der hinteren Blechwand zum Sammelschienenraum übrig (Bild 7).

Bis auf diesen Durchbruch ist die gesamte Kammer gegen benachbarte Spannungen berührungssicher abgeschottet. Der Durchbruch ist mit seitlichen Führungen für eine Hartpapierplatte versehen und läßt sich damit leicht und gefahrlos abdecken. Bei Arbeiten an den abgehenden Kabeln

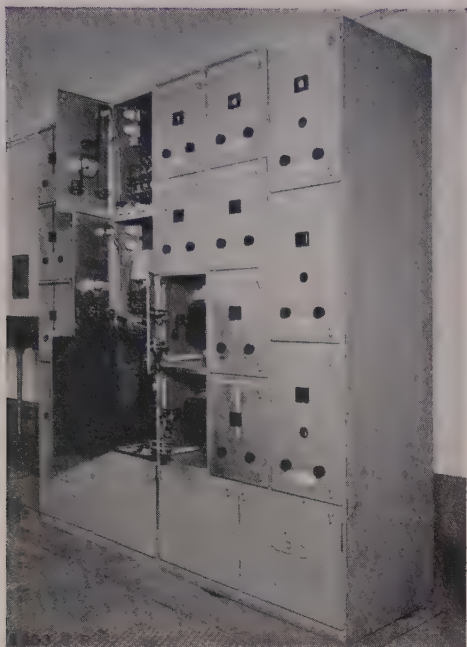


Bild 8. Kurzschluß von etwa 50 kA in einem Schaltschrank mit einschiebbaren Leistungsschaltern. Der Kurzschluß ist auf die fehlerhafte Kammer begrenzt. Die Zerstörung in der Kammer entstand beim Abschalten eines Kurzschlusses durch einen Leistungsschalter ohne Funkenkammern.

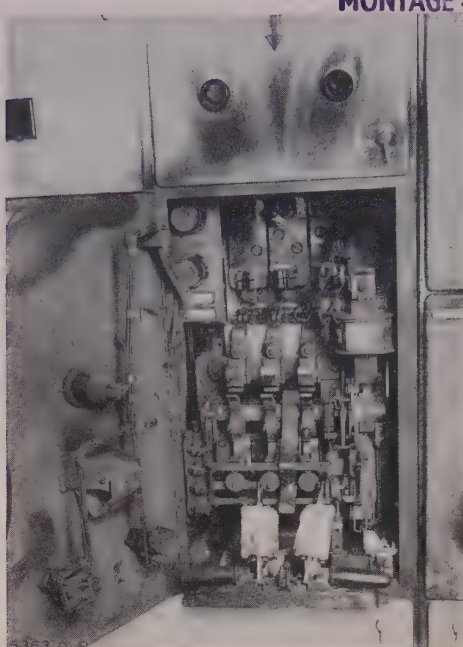


Bild 9. Die zerstörte Gerätekompartiment des Schrankes.

besteht keine Möglichkeit mehr, mit benachbarten unter Spannung stehenden Teilen in Berührung zu kommen. Instandsetzungsarbeiten am Geräte-Einschub werden sowieso nur in der Werkstatt ausgeführt.

#### Aufbau der Anlage

Die Kabelanschluß- und Sammelschienenräume sind völlig frei von jedem Gerät. Durch diese klare Trennung von Gerätekompartiment, Sammelschienen- und Kabelanschlußraum kann sich der Monteur schnell zurechtfinden und hat eine gute Übersicht (Bild 2).

#### Anpassungsfähigkeit

Der Umbau einer Fabrikationsanlage verlangt manchmal eine andere Bestückung des Schrankes. Zum Beispiel sollen statt drei kleinerer Motoren ein größerer angeschlossen werden. Für diese Änderungen bleibt die Spannung an den Sammelschienen, so daß die übrigen Antriebe des Schrankes ungestört weiterlaufen können. Man braucht dann lediglich die drei Abgänge abzuschalten, die Verbindungen in den Reihenklemmen zu lösen und die Einschübe herauszunehmen. Danach werden die mit vier Schrauben in dem Gerüst befestigten Bodenbleche entfernt und der neue größere fabrikfertig angelieferte Einschub eingeschoben. Die Bestückung eines Schrankes läßt sich also völlig umbauen, ohne daß man die Spannung von den Sammelschienen nehmen und von der Änderung nicht betroffene Einschübe des gleichen Schrankes außer Betrieb zu setzen braucht.

#### Raumausnutzung

Ein Motoren-Schaltschrank von 1 m Breite, 2,20 m Höhe und 0,50 m Tiefe ( $1,1 \text{ m}^3$ ) gestattet z. B. den Anschluß von 18 Motoren zu je 11 kW, oder 8 Motoren zu je 25 kW oder 6 Motoren zu je 95 kW.

Man kann die Schränke an die Wand oder Rücken an Rücken stellen. Beim Kostenvergleich mit anderen Verteilungsanlagen sollte man die Kosten für den umbauten Raum, neben den Vorteilen für Betriebssicherheit und Unfallsicherheit, mit berücksichtigen.

#### Fehlerbegrenzung

Die Fehlerbegrenzung ergibt sich aus der Schottung zum großen Teil von selbst. Kurzschluß-Lichtbogen in der Kammer können nicht in den Sammelschienenraum hinein-

wandern, da die drei Schaltstücke zum Anschließen des Geräte-Einschubs auf die senkrechte Sammelschiene durch einen Lichtbogenschutz (Bild 5) von dem übrigen Geräte-Einschub abgetrennt sind.

Hierzu gibt Bild 8 ein Beispiel von einem Kurzschluß mit etwa 50 kA in einer Drehstrom-Schaltschrankanlage mit herausziehbaren Leistungsschaltern. Diese Konstruktion entspricht zwar nicht den beschriebenen Motoren-Schaltschränken, aber das Prinzip der Schottung ist ähnlich. Man erkennt die Fehlerbegrenzung durch die Schottung. Die fehlerhafte Kammer ist völlig zerstört, das Porzellan der vorgeschalteten Sicherung ist geschmolzen (Bild 9). Aber der Betrieb der Nachbarzellen und der Sammelschienen konnte ohne Instandsetzung und ohne Verzögerung wieder aufgenommen werden.

Der Kurzschluß entstand, als ein 150-kW-Kurzschlußläufermotor ein- und sofort wieder abgeschaltet wurde, ohne daß der Leistungsschalter mit Lichtbogenkammern versehen war. Der beim Abschalten des noch nicht hochgelaufenen Motors entstehende Lichtbogen an den ungeschützten Schaltstücken des Leistungsschalters leitete einen Phasenüberschlag und damit den Kurzschluß ein.

#### Zusammenfassung

Die Rationalisierung moderner Raffinerien stellt an die Stromverteilungsanlagen neue Forderungen, die durch die Entwicklung von Motoren-Schaltschränken erfüllt wurden. Diese geben dem nur kurz unterwiesenen Betriebspersonal ein hohes Maß an Sicherheit und dem aufs Äußerste eingeschränkten elektrotechnischen Fachpersonal bei Instandsetzungsarbeiten höchstmöglichen Unfallschutz. Dies wird durch Abschotten der Kammern und Sammelschienenräume gegeneinander erreicht. Einschub- und Bauteintechnik, Fehlerbegrenzung, gute Raumausnutzung, große Anpassungsfähigkeit an Betriebsänderungen und geringe Montagekosten durch fabrikfertige Lieferung ergeben in vielen Fällen auch wirtschaftliche Vorteile gegenüber den herkömmlichen offenen oder gekapselten Anlagen.

#### Schrifttum

- [1] Kock, H., u. Peters, H.-H.: Kraftinstallation in modernen Industriebetrieben. ETZ-B Bd. 9 (1957) S. 423–425.
- [2] Kock, H., u. Reiss, A.: Neue Bausteine und Baugruppen für Niederspannungs-Schaltschränke. AEG-Mitt. Bd. 48 (1958) S. 261–265.
- [3] Trümper, R.: Fabrikfertige Motorenschaltschränke. Elektr.-Wirtsch. Bd. 58 (1959) S. 253–256.
- [4] Pfeiffer, A.: Niederspannungsschaltgeräte und fabrikfertige Baueinheiten als Energieverteiler in öffentlichen Netzen und Industrieverteilungsanlagen. AEG-Mitt. Bd. 49 (1959) S. 278–285.

# Die Deutsche Industrieausstellung Berlin 1960

Von Werner Hans Hansen, Frankfurt a. M.

DK 061.41 „1960“ : 338.45(43-2.1)

Es gibt nur wenige Ausstellungen, die so vielseitig sind wie die Deutsche Industrieausstellung in Berlin. Hier bieten nicht nur viele Staaten mit eigenen Pavillons dem Besucher Ausschnitte aus dem Schaffen ihrer Länder, auch große Industrieverbände sind mit repräsentativen Ständen, teilweise sogar mit ganzen Hallen vertreten. Selbst als Neuheitschau hat diese Ausstellung Bedeutung; z. B. hatte in einer großen, erst im vorigen Jahr eröffneten neuen Halle die deutsche Automobil-Industrie die Mehrzahl ihrer Hersteller versammelt und führte hier ihre neuesten Modelle vor. Daß diese Halle stets von Besuchern dicht gefüllt war, versteht sich von selbst. Nicht minder groß war das Interesse für die Halle der deutschen Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Industrie, denn auch hier waren alle neuen Geräte vorhanden, und dem Publikum wurde eine fast lückenlose Vergleichsmöglichkeit geboten. Auch die Hausfrauen kamen bei dieser Ausstellung auf ihre Kosten, denn sie fanden hier Anregungen für die neuzeitliche Gestaltung ihrer Küchen und Wohnungen. Auf diesen Ständen wurden ferner neue und auch bekannte Haushaltsgeräte vorgeführt.

## Die Bedeutung der Deutschen Industrieausstellung

Die ursprüngliche Aufgabe der Deutschen Industrieausstellung in Berlin, Schaufenster der Industrie des freien Deutschlands zu sein, ist im Laufe der Zeit immer wichtiger geworden, und es ist erfreulich, daß auch in diesem Jahr keiner der weit über 1000 Aussteller sich aus politischen Gründen hat davon abhalten lassen, hier vertreten zu sein. Wie sehr diese Stadt mit der Bundesrepublik verbunden ist, unterstrich der Bundes-Wirtschaftsminister, Prof. Dr. Erhard (Bild 1), in seiner Eröffnungsansprache, und wie



Bild 1. Wirtschaftsminister Prof. L. Erhard mit Berlins Regierendem Bürgermeister W. Brandt bei der Eröffnung der Berliner Industrieausstellung 1960.

sehr die freie Welt Anteil nimmt an dieser Ausstellung, das zeigten die vielen Gäste aus zahlreichen Ländern. Das große Interesse für die Ausstellung geht ferner auch daraus hervor, daß es trotz ständiger Neubauten auch in diesem Jahr nicht gelungen ist, allen Firmen und Gruppen, die hier vertreten sein möchten, ausreichende Ausstellungsfläche zur Verfügung zu stellen, obgleich die gesamte Hallenfläche jetzt 56 650 m<sup>2</sup> beträgt (Bild 2). Diese Entwicklung der Ausstellung ist eng verbunden mit der wachsenden Industriestärke Berlins, deren Gesamtproduktion im ersten Halbjahr 1960 gegenüber dem gleichen Zeitabschnitt im Vorjahre um 16 % gestiegen ist. Die Lieferung von Erzeugnissen der Westberliner Industrie nach Westdeutschland erhöhte sich um 24 %, wie Dr. H. Boden, der Präsident der deutschen Gruppe der Internationalen Handelskammer, in seiner Ansprache hervorhob.

## Die Ausstellungen des Auslandes

In diesem Jahre hatten Belgien, Großbritannien, Italien, Kanada, die Niederlande, Österreich und die Vereinigten Staaten von Amerika am Platz der Nationen in eigenen Pavillons vorwiegend Erzeugnisse ihrer Länder ausgestellt. Aus diesen Länderausstellungen seien besonders die der USA und von Großbritannien hervorgehoben, weil sie durch

ihre Eigenart aus dem Schema üblicher Industrieausstellungen herausragten.

Die USA hatte ihre Schau in dem großen schönen Marshall-Haus (Bild 3) auf das Thema abgestellt: Jugend und Freizeitgestaltung in den Vereinigten Staaten. Fast hundert amerikanische Jungen und Mädchen, die zum Teil in Deutschland leben, zum Teil eigens für die Ausstellung nach Berlin gekommen sind, zeigten den Besuchern des Marshall-Hauses, wie sie bei sich zu Hause leben, arbeiten und spielen. Einen wesentlichen Teil der Ausstellung bildete das Thema Erziehung. Zum Illustrieren der Arbeitsverfahren in den amerikanischen High Schools and Colleges wurden die an amerikanischen Schulen verwendeten neuzeitlichen akustischen und optischen Lehrmittel vorgeführt, unter ihnen auch elektronische Geräte für das Sprachstudium. Ein großer Teil der Ausstellung galt der Freizeitgestaltung. Z. B. stand eine größere Anzahl von Sportgeräten zur Verfügung. Pfadfinder hatten ein Lager aufgeschlagen, und jugendliche Turner zeigten Vorführungen an Trampolins, dem neuesten amerikanischen Volkssportgerät.

Die Freizeitgestaltung der Jugend Amerikas wird wesentlich von ihrer Liebe zum Auto bestimmt. Auf einer kleinen mit Strohballen gesicherten Rennstrecke wurde ein Go-Kart vorgeführt, das ist einer jener winzigen Rennwagen, die im wesentlichen aus einem kleinen Zweitaktmotor und einem offenen Fahrgestell bestehen. Ferner wurde den Zuschauern gezeigt, wie mit viel Mühe und technischem Verständnis aus Teilen von abgewrackten Autos wieder verwendbare Fahrzeuge, die sogenannten „Hot-rods“ werden.

Großbritannien hatte seine Ausstellung unter das Motto: „Britische Technik im Dienste des Fortschritts“ gestellt. Als Sensation kann man das in einem Modell vorgeführte Fahrzeug „Hovercraft“ bezeichnen, das sich ohne Räder oder Kiel gleichsam auf einem Luftkissen genauso schnell über dem flachen Land wie über der See bewegen kann. Durch Düsen wird Luft gegen den Boden oder den Meeresspiegel gepreßt, so daß das Fahrzeug die Fläche,



Bild 2. Gesamtansicht des Ausstellungsgeländes.



Bild 3. Das Marshall-Haus.

über die es sich bewegt, nicht berührt. Das Modell stellte ein Fahrzeug dar, das 400 t befördern soll. Es soll mit einer Geschwindigkeit von 160 km/h den Verkehr zwischen England und Frankreich aufnehmen und neben 100 t Fracht auch 1200 Passagiere befördern. Aus diesem Pavillon sei auch ein neues Schiffsradar erwähnt, das die Sicherheit der Flußschifffahrt erhöht, sowie eine neuartige Flughafen-Sicherheitsbeleuchtung. Im Modell wurde auch das „Failey-Rotodyne“ ausgestellt, ein senkrecht startendes Flugzeug, das auf der letzten britischen Flugzeugschau Aufsehen erregte.

Mit ihrer Ausstellung wollen die Briten zeigen, in welcher Form so verschiedene Gebiete, wie Industrie, Medizin und Transportwesen, aus den jüngsten wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen Nutzen ziehen. Beachtung verdient als Transportmittel der führerlose Elektrokarren mit dem Namen „Rotobug“, der im Betrieb vorgeführt wurde, sowie die elektronische Kontrollwaage auf einem Förderband und ein äußerst schnell arbeitendes Bildaufnahme- und Wiedergabegerät. Es macht photographische Aufnahmen und projiziert sie schon 6 Sekunden später auf einen Bildschirm.

### Die Ausstellung der Elektrotechnik

Von den Besuchern wurden auch die Ausstellungen der Industriegruppen stark beachtet, denn sie geben einen Bericht über den Stand ganzer Industriezweige. So waren z. B. neben der schon erwähnten Automobil-Industrie auch der Verband der Chemischen Industrie, die Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie, die Fachvereinigung Draht e. V., die Aluminium-Zentrale e. V., das Deutsche Kupferinstitut, die Porzellan- und die Kautschukindustrie, die Ruhrkohlen-Beratung GmbH, die Büromaschinen-Industrie u. a. Gruppen mit eigenen Ständen, zum Teil mit eigenen Hallen vertreten.

Besonders interessieren den Leser dieser Zeitschrift die Stände der Elektroindustrie, die auch in diesem Jahre wieder die größte Ausstellungsfläche einnahmen; sie waren in den Hallen I/Ost und West, II und VIII a untergebracht. Der Produktionswert der Elektroindustrie der Bundesrepublik und Westberlins hat von Mitte 1959 bis zum 30. Juni 1960 rd. 17,75 Mrd. DM erreicht und sich damit gegenüber der Vergleichszeit des Vorjahres um 14,3 % erhöht. Entscheidend für das lebhafte Wachstum waren die Investitionsgüter. Zu verdanken ist dies vor allem dem Drang nach Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsvorgänge. Auch der zunehmende Bedarf in der Nachrichtentechnik, die Elektrifizierung der Bundesbahn, die Bautätigkeit und die Erhöhung der Kraftfahrzeug-Produktion haben die Elektrotechnik gefördert. Die Gebrauchsgüter-Erzeugung konnte den Aufschwung, den sie während der letzten Jahre

zu verzeichnen hatte, nicht in dem gleichen Maße fortsetzen. Das Produktionsvolumen wurde jedoch weiter vergrößert.

Wie stets war der Gemeinschaftsstand der HEA (Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung) in der großen Halle I/Ost Mittelpunkt der Gruppe Elektrotechnik (Bild 4). Hier stellten neben der Bewag u. a. die drei deutschen Großfirmen der Elektroindustrie AEG, BBC und SSW aus. Das Kennzeichen dieser Halle waren vier etwa 10 m hohe Türme, in denen die Anwendung des elektrischen Stromes im Haushalt dargestellt wurde. Der erste Turm war dem Kochen und Kühlen gewidmet, der zweite der Warmwasserversorgung und dem Waschen, der dritte dem Wohnen und Reinigen und der vierte der Stromerzeugung und -verteilung, die am Beispiel Berlins von der Bewag vor Augen geführt wurde.

Die AEG zeigte eine Auswahl aus ihrem Halbleiter-Gleichrichter-Programm, und zwar Silizium-Leistungsgleichrichter, Hochspannungs-Gleichrichter, Germanium-Leistungsgleichrichter und Mehrstellen-Schweißgleichrichter. Auch ein sechsanodiges Stromrichtergefäß mit Pumpe, das als Bahngleichrichter verwendet wird, war zu sehen. Der thermische Grenzstrom beträgt 2000 A, die Grenzwert-Gleichspannung 2000 V. Ferner zeigte dieses Haus das Modell des von ihr gebauten Kraftwerkes Kassel sowie Motoren der neuen Normreihe. Der kleinste Motor dieser Reihe leistet 550 W, der größte 250 kW.

BBC hatte u. a. in zwei Vitrinen Installationsklemmen ausgestellt und an einer Wand mit Zeichnungen und Photomontagen auf weiteres Installationsmaterial — Verteiler, Automaten, Schaltgeräte und Ölfeuerungszubehör — hingewiesen. Neben großen Lichtbildern von Turbinen, Stromerzeugern und Transformatoren wurden ebenfalls einige der neuen Normmotoren gezeigt. Dazu gesellten sich das elektronische Helligkeits-Steuergerät „Thyrallux“ und das neue Gerät dieser Art, das auf magnetischer Grundlage arbeitende „Magnetolux“.

Die Siemens-Schuckertwerke führten vor, welche Vielzahl von Verteilungsaufgaben zu lösen ist. In einer großen Vitrine waren Stufenmuster von Ein- und Mehrleiterkabeln für alle Spannungen zur Verwendung in fließenden und stehenden Gewässern, im Erdboden, in feuchten und trockenen Räumen, ferner Schacht- und Abteufkabel für den Bergbau unter Tage ausgestellt. Den Besuchern wurden auch die verschiedenartigen Schalter von den Hochleistungsschaltern in den Kraftwerken bis zu den für den Haushalt bestimmten Wippenschaltern mit Orientierungslämpchen, Kippschaltern mit Kontrollämpchen und Zugschaltern gezeigt. Außerdem stellte SSW einen Silizium-Gleichrichter für 825 V und 2400 A aus, der für das Unterwerk Hallesches Tor der Nord-Süd-U-Bahn bestimmt ist.



Bild 4. Gemeinschaftsstand der Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung.

Schließlich führten die drei großen Firmen der Elektroindustrie eine reiche Auswahl aus ihren Fertigungsprogrammen von elektrischen Geräten aller Art für den Haushalt vor, vom elektrischen Bügeleisen bis zum elektrischen Herd, von der Waschmaschine bis zum Kühlschrank und der Tiefkühltruhe.

Um den HEA-Stand gruppierten sich die mit einem gemeinsamen Fries verbundenen Stände anderer Elektrofirmen.

Die deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phono-Industrie hatte, wie erwähnt, eine ganze Halle belegt, die ein besonders starkes Interesse bei den Besuchern fand. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, daß in der Bundesrepublik und in Westberlin 15,7 Mio. Rundfunk- und 4,2 Mio. Fernsehteilnehmer vorhanden sind. Die einschlägige deutsche Industrie stellte im Jahre 1959 an die 6,2 Mio. Rundfunk- und Fernsehempfänger her, wovon ein großer Teil exportiert wurde, was nicht nur ein Zeichen für die Preiswürdigkeit dieser Geräte ist, sondern auch für ihren hohen technischen Stand.

Naturgemäß standen die Fernsehgeräte im Vordergrund des Interesses, bedingt durch zwei Neuerungen: das zweite Programm und die 59-cm-Bildröhre. Alle neuen Modelle sind mit einem Zusatzteil ausgestattet, das den Empfang des zweiten Programms, das auf besonders kurze Wellen ausgestrahlt wird, ermöglicht. Die Empfänger kann man jedoch auch ohne UHF-Teil kaufen und die Geräte zu einem

späteren Zeitpunkt damit ausstatten. Nachrüsten lassen sich auf diese Weise ferner jene Geräte, die etwa ab Frühjahr 1958 hergestellt worden sind. Für alle älteren Typen stehen UHF-Konverter zur Verfügung; das sind kleine Zusatzgeräte, welche die UHF-Frequenzen derart umwandeln, daß der Empfänger nicht geändert zu werden braucht. Ähnliche Umsetzer gibt es auch für Gemeinschaftsantennen, so daß auch in diesem Fall die angeschlossenen Geräte unverändert bleiben können.

Ein besonders bemerkenswertes Ausstellungsstück war das etwa 12 m hohe Modell eines Fernmeldeturmes, der alle technischen Einrichtungen zum Übertragen von Fernsprech-, Rundfunk- und Fernsehverbindungen enthält. Den Turm hatte Telefunken ausgestattet.

### Zusammenfassung

Die Deutsche Industrieausstellung Berlin 1960 ist eine Schau, die in erster Linie dem technisch interessierten Laien eine Übersicht über den derzeitigen Stand der deutschen Technik vermitteln will. Neben den Ständen der einzelnen Firmen wurden vor allem die Ausstellungen der großen Industriegruppen stark beachtet. Unter ihnen war die Ausstellung der Elektrotechnik die bedeutendste. Zu erwähnen sind ferner die ausländischen Pavillons, mit denen acht Länder für ihre Erzeugnisse warben und in denen die Besucher teilweise auch mit den Gebräuchen und Lebensgewohnheiten der Länder bekanntgemacht wurden.

## Ein automatisch arbeitendes Taupunktgerät mit Peltierkühlung

DK 621.317.39 : 537.322.15 : 536.423.45

Die Taupunktsbestimmung ist noch das genaueste Verfahren, die Feuchtigkeit der Luft und anderer Gase zu messen. Die Methode kam bisher nur für Laboratorien in Betracht, weil man kühlen muß, um den Taupunkt zu erreichen. Die elektrische Kühlung ermöglicht es, einen automatisch arbeitenden Taupunktmesser zu entwickeln, über den P. Gerthsen, J. A. A. Gilsing und M. van Tol in Philips techn. Rdsch. Bd. 21 (1959/60) H. 7, S. 211–215, berichtet haben.

Wenn ein elektrischer Kreis aus der Serienschaltung von zwei Leitern aus verschiedenen Werkstoffen besteht, tritt bei Stromdurchgang der Peltier-Effekt auf. An einer

Lötstelle tritt dann Erwärmung und an der anderen Abkühlung auf. Die Wärmemengen, die entzogen oder freigegeben werden, sind der Stromstärke proportional. Kombinationen von Stoffen, bei denen dieser Effekt besonders groß ist, findet man unter den halbleitenden Verbindungen. Im vorliegenden Fall wurde eine Kombination von zwei Stoffen benutzt, von denen der eine aus 80 Gewichtsprozent  $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + 20\% \text{Bi}_2\text{Se}_3 + 0,02\% \text{AgI}$ , der andere aus  $60\% \text{Sb}_2\text{Te}_3 + 40\% \text{Bi}_2\text{Te}_3 + 0,05\% \text{Ag}$  besteht. Dieses Element ergibt bei 3 A eine Temperaturerniedrigung um etwa  $30^\circ\text{C}$  und bei 7 A eine solche um etwa  $45^\circ\text{C}$ .

In dem Gerät sind die Blöckchen aus halbleitendem Werkstoff durch ein Silberplättchen von 5 mm Dicke leitend verbunden. An den anderen Enden sind dicke Kupferplatten angelötet, die zur Stromzuführung und zum Abkühlen dienen. Das Silberplättchen ist einseitig poliert und ergibt einen Spiegel (Bild 1). Auf diesen fällt unter  $45^\circ$  ein Bündel parallelen Lichtes, das auf einen Photowiderstand reflektiert wird. Bei Stromdurchgang wird an den Lötstellen am Silberplättchen Wärme entzogen und an den Lötstellen an den Kupferplatten Wärme frei. Sobald die Temperatur an der Silberplatte unter den Taupunkt gesunken ist, beschlägt der Spiegel und das diffus auf den Photowiderstand reflektierte Licht läßt auch den Strom sinken. Dieser Strom steuert über einen elektronischen Regler den Strom durch das Peltier-Element, so daß sich die Abkühlung vermindert. Nach ein- oder zweimaligem Pendeln ist die Taupunkttemperatur als Gleichgewichtstemperatur erreicht. Die Unsicherheit in der Bestimmung des Taupunktes kann kleiner als  $0,5^\circ\text{C}$  gehalten werden.

In den Seitenflächen des Silberplättchens wird die Temperatur mit einem Thermoelement, das aus den gleichen Werkstoffen besteht wie das verwendete Peltier-Element, gemessen. Das Gesamtgerät besteht aus dem beschriebenen Kühlelement, dem Regler — der einen Transistor, einen Transistor und 2 Germanium-Dioden enthält — und einem Anzeige-Instrument — einem Milliampere-Meter mit einem inneren Widerstand kleiner als  $1\Omega$ . Das Gerät ist in der Taupunkttemperatur von  $0$  bis  $30^\circ\text{C}$  geeicht.

Hö

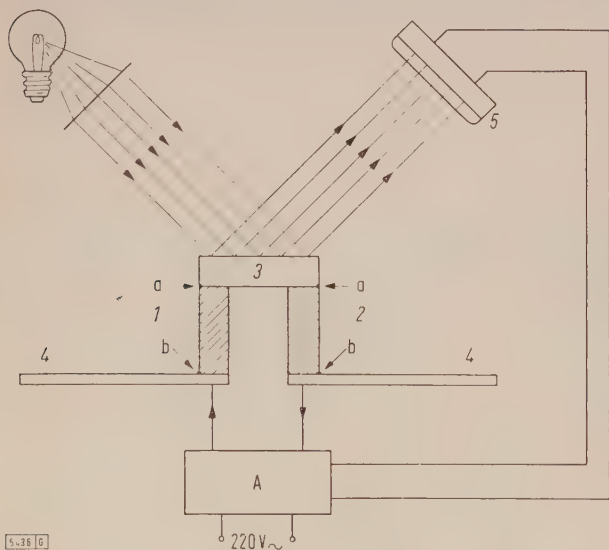


Bild 1. Schematische Zeichnung eines automatisch arbeitenden Gerätes zum Bestimmen des Taupunktes. Die Einzelteile 1, 2, 3 und 4 bilden zusammen ein Peltier-Element. 1 und 2 sind Halbleiter, 3 ist ein Silberplättchen mit spiegelnder Oberfläche, 4 sind Kupferplatten, die als Kühlflächen und als Stromzuführung dienen. Fließt Strom, so wird den Lötstellen a Wärme entzogen und an den Lötstellen b Wärme entwickelt. Sobald der Spiegel beschlägt, fällt weniger Licht auf den Photowiderstand 5; der elektronische Regler A schickt dann einen kleineren Strom durch das Peltier-Element. Im Gleichgewichtszustand ist die Temperatur von 3 gleich dem Taupunkt.

## KURZ BERICHTET

**Die nächste Deutsche Rundfunk-, Fernseh- und Phonoaussstellung** wird 1961 vom 25. August bis 3. September in Berlin stattfinden. Damit kehrt die große Funkausstellung nach 22 Jahren zum ersten Mal wieder nach Berlin zurück. r

**Die Deutsche Industrieausstellung Berlin 1961** wird vom 14. bis 29. Oktober stattfinden. r

**Ein neues Großkraftwerk „Fortuna IV“** wird das RWE zwischen Niederaußem und Auenheim in der Nähe von Bergheim/Erft errichten. Die Leistung soll in der ersten Ausbaustufe  $2 \times 150$  MW betragen. Ein späterer Ausbau auf 900 MW ist vorgesehen. Das neue Kraftwerk wird rund ein Drittel der im westdeutschen Braunkohlenbergbau anfallenden Braunkohle, insbesondere das Vorkommen auf dem abbaubereiten Garsdorfer Tagebau, in elektrische Energie umsetzen. r

**Ein Fernsprechkabel** im Werte von über 8 Mio. \$ soll für die Verbindung zwischen Neufundland und Island von der Felten & Guillaume Carlswerk AG in Köln erstellt werden. l

**Aufträge über 342 neue Elektrolokomotiven** im Gesamtwert von rd. 390 Mio. DM hat das Münchener Bundeszentralamt kürzlich an die großen Deutschen Lokomotivbau- und Elektrofirmen vergeben. Vom zweiten Halbjahr 1962 bis 1964 sollen 342 Elektrolokomotiven geliefert werden. 111 Lokomotiven sollen die Krauss-Maffai, 126 die Henschel-Werke und 105 die Krupp-Werke bauen. Die elektrische Ausstattung, die etwa 65% der Auftragssumme erfordert, wurde den Firmen AEG, BBC und Siemens übertragen. r

**Der Elektro-Facheinzelhandel** konnte — ungeachtet der vielgestaltigen Konkurrenz — seine Stellung auf dem Markt im wesentlichen behaupten. Unter Einrechnung des Rundfunk-Fachhandels steht er als Lieferant bei allen wichtigen elektrischen Haushaltgeräten an erster Stelle. Am stärksten ist seine Position bei Fernseh- und Phonogeräten sowie bei Rasierern, am schwächsten bei Herden, Waschmaschinen, Mixern und Küchenmaschinen, stark geschmälert aber auch bei elektrischen Kaffeemühlen, Staubsaugern und Kühlschränken. So war der Elektro-Fachhandel 1953 an der Lieferung der in den Haushalten vorhandenen Elektroherde mit 65% beteiligt. Dieser Anteil hat sich bei den nach 1958 in die Haushalte gekommenen Elektroherden bis auf 44% verringert. r

**Der Anteil des durch Werks- und Behördenhandel** verkauften Elektrogeräte-Bestandes liegt durchschnittlich bei etwa 3% und geht bei keiner Geräteart über 6% hinaus. r

**In Kreisen der Arbeitgeberverbände** in der Bundesrepublik wird damit gerechnet, daß sich die Preise in Bewegung setzen werden, da die durchschnittlichen Erhöhungen der Löhne um mindestens 9% in diesem Jahr die Kaufkraft um 10 bis 11 Mrd. DM erhöhen werden. Auch von einer neuen „Sozialwelle“ drohe Gefahr für die Preise. r

**Die seit 1960 in Österreich** im Bau befindlichen Kraftwerke sollen bis 1962 einen Zuwachs von 312 MW bringen. In den Jahren 1963 bis 1965 werden an installierter Leistung weitere 49,5, 488 und 140 MW zuwachsen. 1960 vermehrt sich die österreichische Stromkapazität nur um das neue Wärmekraftwerk Korneuburg bei Wien, das mit Heizöl betrieben wird. Dieser Kapazitätzuwachs ist der kleinste seit vielen Jahren. r

**Ein Zeitschalter mit weitem Einstellbereich** (von 6 s bis 4 h) wurde in der Schweiz entwickelt. Das Gerät arbeitet mit einer Unsicherheit von nur  $\frac{1}{50}$  s. Für den Zeitmesser wurde das Ionisationsprinzip ausgenutzt, das bei konstanten Raum- und Gasverhältnissen genaue Intervallbestimmungen gestattet. l

**Ein Riesen-Radioteleskop** in Gestalt eines Kreuz-Interferometers, dessen Empfangsarme rd. 1 km lang sind, soll in der Nähe der Stadt Luxemburg errichtet werden. Dieses Radioteleskop wird von Technikern und Wissenschaftlern aus verschiedenen europäischen Ländern gemeinsam betrieben werden. Klq

**Norwegische Großaufträge** für die deutsche und die US-Industrie sind in nächster Zeit zu erwarten. Es soll sich besonders um Aluminiumhütten und Wasserkraftwerke handeln. Durch diese Aluminiumprojekte steht ein umfassender Ausbau der Wasserkräfte in Mittel- und Südnorwegen bevor. So soll z.B. ein einziges Wasserkraftwerk an der Südspitze Norwegens jährlich 6 Mrd. kWh erzeugen. r

**Zwei Fernsehgeräte je Minute** stellt die General Electric Company Ltd. in ihrem Werk in Coventry her, das wohl der am weitesten automatisierte Betrieb der Welt ist. Die Fertigungsdauer des vollständigen Gerätes beträgt  $3\frac{1}{4}$  Stunden. 14 verschiedene Typen können hergestellt werden. l

**Der erste britische „Travolator“**, ein „rollender Bürgersteig“, verbindet die Londoner U-Bahnstation „Bank“ mit dem Bahnsteig der direkten U-Bahnlinie nach der Station „Waterloo“. Die 108 m lange Rollstraße hat eine größte Transportgeschwindigkeit von 55 m/min und eine kleinste von 27,5 m/min. Die günstigste Geschwindigkeit in den Stunden des Spitzenverkehrs soll 45 m/min betragen. r

**Eine Untersuchung der Arbeitskosten in den EWG-Ländern** soll in den nächsten Monaten durchgeführt werden. Sie soll eine Erhebung über die Lohn- und Gehaltskosten einschließlich der Nebenkosten und der Arbeitgeberanteile zur Sozialversicherung sowie über die Einkommensverhältnisse der Arbeiter umfassen und sich in vierzehn ausgewählten Industriezweigen — darunter auch der elektrotechnischen Industrie — auf alle Unternehmen erstrecken, die 1959 mindestens 50 Arbeitnehmer im Jahresdurchschnitt beschäftigt haben. r

**Versuche mit Einschieneisenbahnen** werden auch in Rußland unternommen. Möglicherweise wird dieses System für die 1500 km lange Bahn zwischen Moskau und dem Kaukasus verwendet werden. r

**Die Gespräche über den Beitritt der Türkei zur EWG** sollen demnächst wieder aufgenommen werden. r

**Zum Ausstrahlen der „Stimme Amerikas“** wird in Liberia (Afrika) eine Relais-Sendestation mit sechs 250-kW- und zwei 50-kW-Sendern errichtet. Klq

**Im ersten Halbjahr 1960** hat Japan erstmalig Großbritannien in seinen Ausfuhren nach den USA überflügelt. Die japanischen Ausfuhren stellten sich von Januar bis Juni 1960 auf 575,5 Mio. \$ verglichen mit 450,3 Mio. \$ in der gleichen Berichtszeit des Vorjahres. Dies ist eine Zunahme von nahezu 30%. Demgegenüber stagnierten die Importe aus Großbritannien und beliefen sich im ersten Halbjahr 1960 auf 564,1 Mio. \$ gegenüber 548 Mio. \$ in der Vergleichsperiode 1959. r

**Die japanische Halbleiter-Industrie** wird in diesem Jahr rd. 100 Mio. Transistoren verkaufen, davon rd. 80 Mio. Transistoren für Rundfunkgeräte. Die Fabriken sprechen von einer 50-prozentigen Überproduktion. r

**Der erste Fernsehsender in Ekuador** wird in Kürze in Guayaquil, der Hauptstadt des Landes, seinen Betrieb aufnehmen. Er wird mit einer Leistung von 2 kW auf Kanal 4 arbeiten. r

**Vertreter der amerikanischen Werkzeugmaschinenindustrie** haben Einspruch dagegen erhoben, daß die Zollkonzeptionsliste Werkzeugmaschinen als Verhandlungspositionen für die GATT-Konferenz enthält. Man will die US-Zolltarifkommission darauf hinweisen, daß der wirtschaftliche Niedergang des amerikanischen Werkzeugmaschinenbaues eine Gefährdung der nationalen Sicherheit darstelle, und daß dieses Problem z.Z. Gegenstand einer Untersuchung des Office of Civil and Defense Mobilization bilde. r

**In den USA** sind die durchschnittlichen Investitionen je Arbeitnehmer — gemessen am Anlagevermögen — in den Jahren 1949 bis 1959 um 71% gestiegen. Während im Jahre 1949 für die Schaffung eines Arbeitsplatzes 12 200 \$ investiert werden mußten, waren es im Jahre 1959 bereits 20 900 \$. r

## RUNDSCHAU

DK 621.319.34 : 629.19

**Elektrostatische Energieerzeugung für Raum-(fahrt)antrieb.** (Electrostatic power generation for space propulsion.) Nach Breaux, C. P.: Electr. Engng. Bd. 78 (1959) S. 1102–1104; 2 B., 3 Taf., 6 Qu.

Im Zusammenhang mit den Ionen-Raketen-Antrieben für die Raumschiffahrt gewinnen die elektrostatischen Generatoren wieder Beachtung, da ihr Leistungs-Masseverhältnis bzw. Gewichts-Leistungsverhältnis unter den gegebenen Umständen eines Antriebes im Vakuum wegen ihrer Einfachheit Vorteile gegenüber der elektromagnetischen Energieerzeugung hat.

Der Verfasser gibt einen Überblick über den z. Z. bestehenden Stand der Technik bezüglich der elektrostatischen Maschinen. Man unterscheidet zwei Gruppen von Maschinen, und zwar zunächst die unmittelbare Gleichstromerzeugung bei Ladungstransport auf Isolierflächen von Beladung durch Influenz. Die Leistungen, die auf diesem Gebiet erreicht werden, liegen heute in der Größenordnung von 2 bis 3 kW bei Spannungen von 150 kV bis 600 kV mit einem Wirkungsgrad von über 90 %. Diese Maschinen laufen in Wasserstoff mit einem Druck von 15 bis 20 at.

Die zweite Gruppe ist die elektrostatische Erzeugung durch veränderliche Kapazität. Dabei gelangt man zu Konstruktionen im Vakuum, die infolge der dielektrischen Festigkeit des Vakuums von  $10^6$  V/cm gegenüber  $3 \cdot 10^4$  V/cm in Luft gegenüber der elektromagnetischen Spannungserzeugung große Vorteile aufweisen. Entsprechende Anordnungen für einen solchen Raumantrieb werden überschlägig durchgerechnet und vergleichende Tabellen zwischen Drehzahl, Spannung und Gewicht je Leistungseinheit aufgestellt. Die günstigsten Werte dabei liegen bei Drehzahlen von 40 000 U/min und Spannungen von 100 kV bei einem Leistungsgewicht von 2,1 kg/kW.

Aus dieser Erkenntnis heraus schlägt der Verfasser vor, Versuche mit derartigen Maschinen zu unternehmen, um damit für die Raumschiffahrt mit Ionenraketen schwere Ionen durch elektrostatisch erzeugte Spannung zu beschleunigen.

Nbt

DK 621.311.2(73)(47)

**Vergleich des amerikanischen und sowjetischen Kraftwerkprogrammes.** (What Russia's power program means.) Nach Sporn, Ph.: Electr. Wrld. Bd. 152 (1959) H. 18, S. 57–61; 3 B., 2 Taf.

Die Stromerzeugung Rußlands, die nach dem sowjetischen Siebenjahresplan in den Jahren 1959 bis 1965 erreicht werden soll, wird mit dem Entwicklungsstand der Stromerzeugung in den USA verglichen. Die Nutzung von Kohle, Gas, Öl und Wasserkraft ist in der UdSSR im Ansteigen, und auch die Bedeutung der Kernkraft wird zunehmen. Die Planung sieht bei der Dampfkraft größere Einheiten und größere Kraftwerke vor. Die russische Stromerzeugung dürfte im Jahre 1965 das 2,1- bis 2,2-fache der Werte von 1958 betragen. Der Siebenjahresplan erstrebt die Aufstellung von 58 bis 60 GW installierter Leistung als Kraftanlagen; 82 % davon betreffen den Dampfkraftwerksbau. Naturgas, Brennöl und minderwertige Kohle bilden die Grundlage der Mehrzahl dieser Anlagen.

Während die russischen Kraftwerke vorher für 200 bis 600 MW mit Einheiten von 25, 50 und 100 MW bemessen waren, sind die neuen Kraftwerke für 1200, 1800 und 2400 MW mit Blockbauten von 100, 150, 200 und 300 MW geplant. Bis Ende 1965 sind 85 Kondensationskraftwerke für zusammen 30 GW vorgesehen, 42 dieser Anlagen werden für 500 MW und darüber entworfen. Die derzeitigen russischen Kraftwerke haben 58 Turbogeneratoren für 100 MW und fünf für 150 MW. Die erste 200-MW-Einheit wird im Südrural eingebaut.

Die am meisten verwendeten Dampfwerte sind zur Zeit 89,5 kg/cm<sup>2</sup>, 535 °C und später 129,6 kg/cm<sup>2</sup>, 564 °C. Es sollen auch Gasturbinen für 25 bis 50 MW eingebaut werden. Sind Brennstoffe und Wasser nicht vorhanden, so sind Kernkraftanlagen geplant. Die eingebaute Kraftwerksleistung betrug 1955 in Rußland etwa 116 GW, 1959 rd. 159 GW und soll Ende 1962 192 GW übersteigen.

In den USA wurden etwa 76 GW für die Zeit des sowjetischen Siebenjahresplanes vorgesehen. Im Jahre 1965

wird die Stromerzeugung in den USA voraussichtlich 1100 Mrd. kWh und in der UdSSR etwa 500 Mrd. kWh betragen. Die russische Zuwachsrate beträgt 10,5 % gegenüber der amerikanischen von 7,2 % jährlich.

Im Jahre 1965 werden Einheiten von 500 oder 600 MW erwartet. 28 Einheiten sind für überkritischen Druck vorgesehen. In Rußland wird zur Zeit den Gasturbinen, in Amerika den Kernkraftanlagen der Vorzug gegeben. Auch Freiluftkraftwerke und solche mit halboffener Bauweise sollen nach dem Siebenjahresplan gebaut werden. In Rußland sind die Wasserkosten höher. Die Mechanisierung der Kohlegewinnung ist in Amerika weiter fortgeschritten, und die Wärmekraftwerke benötigen eine geringere Bauzeit. In den letzten Jahren konnte die sowjetische Brennstoffausnutzung erheblich verbessert werden.

ts

DK 621.316.99

**Bemessung von Erdungsanlagen, besonders bei starrer Sternpunktterdung.** Nach Hosemann, G., u. Oeding, D.: Elektr. Wirtsch. Bd. 59 (1960) H. 8, S. 213–218; 8 B., 4 Taf., 16 Qu.

In starr geerdeten Netzen werden die Schritt- und Berührungsspannungen nur von dem Anteil des Erdkurzschlußstromes bestimmt, der über den Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage fließt. Die ersten Abschnitte dieser Arbeit behandeln deshalb die Berechnung dieses Stromes. In den meisten Fällen ist der einpolige Erdkurzschlußstrom maßgebend, nur bei Fehlern in der Nähe von Blockumspannern ist der zweipolige Erdkurzschlußstrom größer als der einpolige.

Die für die Berechnung des über Erde fließenden Anteiles des Erdkurzschlußstromes maßgebenden Größen, nämlich die Reduktionsfaktoren der Erdseile, Kabelmäntel usw., die Ausbreitungswiderstände der Mast- und Stationserdungen, der Kettenwiderstand Erdseil—Maste, sowie die Impedanz Erdseil—Leitenseile werden eingehend besprochen.

Ob die größte Erdschleifspannung eines Umspannwerkes bei einem Erdfehler innerhalb oder außerhalb des Werkes auftritt, muß rechnerisch bestimmt werden. Für Freileitungsmasten, die von einem Umspannwerk weiter als die dreifache sogenannte „Längenkonstante“ entfernt sind (bei 220-kV-Freileitungen etwa 3 bis 7 km), errechnet sich die Erdschleifspannung als Produkt von Mastausbreitungswiderstand, Reduktionsfaktor und Erdkurzschlußstrom. Zwei Beispiele erläutern diese Berechnung.

Die an Umspannwerks-, Kraftwerks- oder Freileitungsmasterdungen sich ergebenden Schritt- und Berührungsspannungen betragen stets nur einen gewissen Prozentsatz der Erdschleifspannung; letztere bleiben im allgemeinen unter 30 %, sie sind auch durch Potentialsteuerungen leicht zu verringern. Schwieriger ist es, die Schrittspannungen niedrig zu halten.

Die Ausführungen in dieser Arbeit werden durch Tabellen mit den Werten von Nullreaktanzen von Transformatoren, Freileitungen und Kabeln, von Kettenwiderständen, Längenkonstanten und Reduktionsfaktoren üblicher 110-, 220- und 380-kV-Freileitungen bzw. Transformatoren sowie von gemessenen Schritt- und Berührungsspannungen wertvoll ergänzt.

Wte

DK 621.317.78 : 621.316.54.014.31

**Gerät zur Messung der Lichtbogenenergie beim Öffnen von Starkstromschaltern.** Nach Stepanek, E., u. Wagner, S.: Elektrie Bd. 14 (1960) H. 5, S. 161–162; 3 B., 4 Qu.

Die beim Öffnen eines belasteten Schalters im Öffnungslichtbogen in Wärme umgewandelte elektrische Energie (Schaltarbeit) ist ein Kennzeichen für die Leistungsfähigkeit des Schalters. Sie wird häufig durch die oszillographische Aufzeichnung der Schalterspannung, des Schaltstroms oder der Schalterleistung rechnerisch ermittelt. Die Verfasser beschreiben ein Meßgerät mit direkter Anzeige der Schaltarbeit an einem Zeigerinstrument. Die Aufgabe des Gerätes besteht in der Messung der Augenblicksleistung und der anschließenden Integration. Die Arbeitsweise wird an Hand eines Blockschaltbildes der verwendeten Schaltung beschrieben. Zum Messen der elektrischen Arbeit wird das Integral der Leistung über der Zeit im wesentlichen mit Hilfe eines RC-Gliedes mit großer Zeitkonstante gebildet.

Die an einem Kondensator gemessene Spannung ist der im Schalter umgesetzten elektrischen Energie proportional.

Das Gesamtschaltbild veranschaulicht die Baugruppen des Gerätes. Die aus dem Eingangs-Netzwerk entnommenen Spannungen werden Ringmodulatoren zugeführt und einer Wechselspannung von 2 kHz aufmoduliert. Gleichzeitig erlaubt der Ringmodulator eine Potentialtrennung zwischen dem möglicherweise auf Hochspannung liegenden Eingang und dem übrigen Teil des Gerätes. Die folgenden Quadrierstufen bestehen aus je zwei gegenphasig gesteuerten Trioden, deren Anodenströme durch einen gemeinsamen Widerstand fließen. Sie werden mit Dioden gleichgerichtet, die in entgegengesetzter Richtung auf je einen Widerstand arbeiten. Die Spannung über der Reihenspannung dieser Widerstände ist der Differenz der gleichgerichteten Spannungen gleich.

Die im wesentlichen zum Trennen dienende Anodenbasisstufe enthält im Kathodenzweig das RC-Integrierglied. Die Spannungsverhältnisse an diesem Integrierglied sind graphisch dargestellt. Die Kapazität muß je nach der Dauer des Schaltvorganges und der Größe der zu messenden Schaltarbeit so klein eingestellt werden, daß sich die Kondensatorspannung genügend aus der Störspannung heraushebt, aber auch noch so groß, daß die Zeitkonstante groß gegen die Dauer des Schaltvorganges bleibt. Dann ist der Höchstwert der Kondensatorspannung proportional der Schaltarbeit. Zur Impulsdehnung ist eine weitere Anodenbasisstufe eingebaut.

Abschließend wird die Eichung des Meßgerätes beschrieben, das im Prinzip für beliebige Schalter geeignet ist. Die höchste Schalterspannung ist durch die Spannungsfestigkeit der an die Ringmodulatoren anschließenden Transformatoren begrenzt, falls der Schalter nicht einseitig geerdet werden kann.

Hlk

DK 621.315.687.2 : 621.395.743

**Verbindungs- und Abzweigmuffen für Polyäthylen-Fernmeldekabel.** Nach Widl, E., u. Juris, F.: SEL-Nachr. Bd. 8 (1960) H. 1, S. 16–19; 8 B.

Im Ortskabel-Verteilungsnetz wurden in den letzten Jahren Polyäthylenkabel verlegt, die nach VDE 0816 mit 2Y(St)2Y bezeichnet werden. Wegen des Erweichungspunktes, der bei Polyäthylen bei 100 °C liegt, wird bei Polyäthylenkabeln gegenüber der Montagetechnik von Papierkabeln eine neue Arbeitstechnik für Verbindungs- und Abzweigmuffen notwendig. Weiterhin werden einfache Montage und Demontage gefordert. Bei Umspleißungen, Fehlereingrenzungen u. dgl. dürfen durch die Demontage weder das Kabel noch die Garnituren beschädigt werden.

An Hand von Bildern werden die Montage von Verbindungs- und Abzweigmuffen, Übergangsmuffen sowie längsgeteilten Muffen erläutert. Danach unterscheidet sich das Herstellen der Spleißung nicht wesentlich von der an papierisolierten Adern gewohnten Technik. Die Spleißung wird durch Kunststoffband und ein verzinntes Messingrohr geschützt. Das Muffenrohr wird mit besonderen Stopfmuffen abgedichtet. Für Abzweigmuffen ist die gleiche Bauart geeignet. Auch das Zusammenspleißen eines vorhandenen bleimpreferten, papierisolierten Fernmeldekabels mit einem Kunststoffkabel läßt sich mit der Stopfmuffentechnik leicht ausführen. Sollen an bereits verlegte Kunststoffkabel nachträglich abzweigende Kabel angespleißt werden, so bietet die längsgeteilte Muffe eine Lösung.

Als Vorteile der ungeteilten und der geteilten Muffen, die z. Z. in Ortsnetzen erprobt werden, werden angegeben, daß sie mit dem üblichen Werkzeug montiert werden können, daß der Zeitaufwand etwa dem bei herkömmlichen Muffen entspricht und daß nur ein Monteur erforderlich ist. Die Muffen können ohne zusätzlichen Schutz im Erdreich verlegt werden.

Thr

DK 621.3.013.71 : 621.315.221.7

**Probleme der Starkstrombeeinflussung bei Fernmeldekabeln mit isolierten metallischen Kabelmänteln.** Nach Widl, E.: Nachrichtentechn. Z. Bd. 13 (1960) H. 5, S. 233–240; 16 B., 4 Qu.

Die Mäntel neuzeitlicher Fernmeldekabel werden vielfach aus anderen metallischen Werkstoffen als Blei hergestellt. Aus Gründen des Korrosionsschutzes, oder um den Zutritt von Feuchtigkeit im Falle eines undichten Metallschirmes zu verhindern, werden diese mit einer wasserdichten Schutzhülle verhältnismäßig hoher Isolation, beispielsweise aus thermoplastischem Werkstoff, geschützt. Derartige Kabel unterliegen im magnetischen Einflußbereich

von Starkstromleitungen anderen Beeinflussungsgesetzen als die üblichen Fernmeldekabel mit Bleimantel, da der Stromkreis Mantel—Erde nicht mehr auf seiner ganzen Länge kurzgeschlossen ist.

In der vorliegenden Arbeit werden zunächst die Strom- und Spannungsverteilung in den konzentrischen Stromkreisen Adernbündel—Kabelmantel und Mantel—Erde angegeben. An Hand von Näherungsformeln bestimmt der Verfasser die daraus folgenden Reduktionsfaktoren (Verhältnis des Gleichstrom-Widerstandes des Kabelmantels zum Wechselstrom-Widerstand des Stromkreises Mantel—Erde) und zeigt in graphischen Darstellungen deren Abhängigkeit von den an den Kabelenden zwischen Mantel und Erde eingeschalteten komplexen Belastungswiderständen.

In einem Beispiel wird gezeigt, daß durch Einschalten von bestimmten Induktivitäten zwischen den Mantelenden und Erde die auftretenden Geräuschspannungen der Kabelleitungen weitgehend unterdrückt werden können. Obwohl das Kabel keine den Reduktionsfaktor begünstigende Bewehrung hat und demnach viel wirtschaftlicher ist, kann der geräuschvermindernde Erdausgleich entfallen. Der Vergleich mit einem Fernmeldekabel gleichen Aufbaues, jedoch mit Bewehrung zeigt, daß die auf Sättigung des Bewehrungseisens zurückzuführende auftretende Gefährdungsspannung des Stromkreises Adernbündel—Mantel bei Fahrleitungskurzschluß wesentlich höher liegt. Während im Stromkreis Mantel—Erde beim bewehrten, an den Enden geerdeten Kabel fast keine Spannung vorhanden ist, können beim unbewehrten, an den Enden des mit Induktivitäten belasteten Kabels bei Normalbetrieb zwar nur ungeringfügige, bei Fahrleitungs-Kurzschlüssen jedoch beträchtliche Spannungen auftreten. Abschließend wird über Versuche an einem Luftkabel und deren Ergebnisse berichtet. Es zeigt sich, daß die theoretisch gewonnenen Erkenntnisse mit den praktischen Erfahrungen in Einklang stehen.

Hlk

DK 615.844

**Die Interferenzstrombehandlung in Klinik und Praxis.** Fiedler, H.: Elektromed. Bd. 5 (1960) H. 1, S. 4–19; 13 B., 2 Taf., 23 Qu.

Nach Bemerkungen allgemeiner Art über die Geschichte der Anwendung der Elektrizität bzw. des elektrischen Stromes zu Heilzwecken werden die in der Elektrotherapie geläufigen Begriffe wie Niederfrequenzstrom — wozu auch der galvanische Strom, also der konstante Gleichstrom gerechnet wird — und Hochfrequenzstrom erläutert. Beide Stromarten haben unterschiedliche Indikationen und Wirkungen. Mit Gleich- oder niederfrequentem Strom kann man in der Tiefe keine genügend starke therapeutische Reizwirkung erzielen, weil dazu Stromstärken angewendet werden müßten, die an der Haut, wo sich der größte Widerstand und die größte Stromdichte befindet, Schmerz auslösen würden. Bei Steigerung der Frequenz sinkt zwar der kapazitive Widerstand der Haut, es sinkt aber auch der gewünschte starke spezifische Reiz. Der österreichische Physiker Dr. Nemec will nun durch Anlegen von 4 Elektroden und Anwendung zweier getrennter und gekreuzter mittelfrequenter Ströme, deren Frequenzen etwas voneinander abweichen, eine bessere Tiefenwirkung, ohne Auftreten von Schmerzgefühlen erzielen. Durch die Frequenzdifferenz von bis zu 100 Hz sollen an den Kreuzungsstellen Interferenzströme entstehen, die ähnliche biologische Wirkungen haben wie Ströme mit Frequenzen unterhalb 100 Hz.

Der Verfasser des vorliegenden Aufsatzes hatte sich die Aufgabe gestellt, die biologische Wirksamkeit dieser Interferenzströme an einer größeren Zahl von Kranken zu überprüfen. Zur Verfügung stand das Gerät „Nemectrodyne III Super“, das außer 2 Mittelfrequenz-Generatoren zum Erzeugen von Strömen mit je etwa 400 Hz, Intensitätsregler, Frequenzregler und Meßinstrumente enthält.

Behandelt wurden 100 Patienten mit unterschiedlichen Leiden, wie Verletzungsfolgen, Muskel- und Nervenschmerzen, Durchblutungsstörungen, habitueller Obstipation.

Nach Beschreibung der Behandlungstechnik und der Prüfverfahren untersucht der Verfasser die Ergebnisse der Behandlung und kommt zu dem Schluß, daß es durch Anwendung der Interferenzströme möglich ist, in der Tiefe einen Heilreiz zu setzen, ohne daß Schmerzgefühle auf der Haut auftreten. Die Heilwirkung beruht vorwiegend auf Schmerzlinderung und Steigerung der Durchblutung. Schwierigkeiten entstanden in einigen Fällen bei dem Versuch, den Heilreiz gezielt in bestimmte Gewebeabschnitte zu erzeugen.

Kr

## AUS DER INDUSTRIE

### Klimaturm für Obstlagerräume

DK 697.9 : 631.563

In Obst- und Gemüselagern muß ein bestimmtes Klima herrschen, damit die Ernte möglichst lange ohne Verlust an Gewicht, Aussehen und Geschmack aufbewahrt und unter Umständen auch in ihrem Reifeprozess beeinflußt werden kann. Da stationäre Anlagen nur für größere Betriebe lohnend sind, haben die *Siemens-Schuckertwerke* für Räume bis zu 250 m<sup>3</sup> Inhalt — ausreichend für etwa 60 t Lagergut — einen fahrbaren Klimaturm entwickelt (Bild 1).

Das Gerät ist ohne Montage betriebsbereit und auf seinen Rädern leicht bewegbar. Das zylindrische Gehäuse hat ein abnehmbares Oberteil, das als Luftansaugstutzen ausgebildet ist. Im Mittelteil sitzt ein Ventilator, der von einem Drehstrommotor mit einem Leistungsbedarf von nur 50 W angetrieben wird. Die Heizstäbe mit 3,9 kW Leistungsaufnahme, eine Spritzdüse für die Luftbefeuchtung und eine Füllkörperschicht zur Luftwäsche sind im Gehäuseunterteil untergebracht. Ein am Gehäuse befestigter Schaltkasten vereinigt alle erforderlichen Schalt- und Steuergeräte.

Mit Hilfe des Klimaturms, der von der Obstbauversuchsanstalt Jork erfolgreich geprüft wurde, war es z. B. möglich, Apfel-



Bild 1. Klimaturm in einem Obst-Lagerraum.

sorten, die sonst schon im Dezember fühlbare Lagerverluste aufwiesen, ohne nennenswerte Einbuße an Menge oder Güte bis zum Frühjahr zu lagern.

bb

### Neues Handmixgerät

DK 643.354.3 : 62-83

Neben den eigentlichen Küchenmaschinen haben sich die Handmixgeräte in den Haushalten gut eingeführt. Sie haben den Vorteil, daß sie sehr handlich und sofort betriebsbereit sind, daß man auch kleine Mengen rühren kann und vor allen Dingen, daß man das zu verarbeitende Gut nicht umzufüllen braucht. In den gleichen Gefäßen, in denen die Speisen zubereitet werden, kann man auf einfachste Weise Soßen rühren, Sahne schlagen, Backteige zubereiten usw.

Eine Neuerscheinung auf diesem Gebiet ist der Multiquirle der Firma *Max Braun*, Frankfurt a. M. Außer den beiden gegenläufigen Rührbesen gehört zur Grundausstattung des Gerätes als Besonderheit eine starke Nylonbürste, mit der man die benutzten Gefäße schnell und gründlich säubern kann. Die starken Borsten entfernen in kürzester Zeit die Speisereste, ohne die Oberflächen auch empfindlicher Geräte, z. B. von Aluminiumgeschirr, anzugreifen.

Der Multiquirle wiegt einschließlich der Rührbesen nur 980 g, so daß auch längeres Arbeiten mit dem Gerät nicht ermüdet. Erleichtert wird die Handhabung noch durch den günstig gestalteten

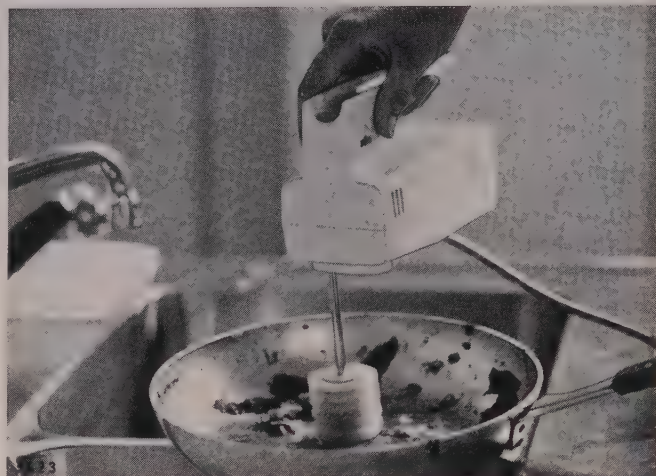


Bild 2. Multiquirle mit Reinigungsbürste.

Griff, an dem das Gerät genau über dem Schwerpunkt gehalten wird. Als Antrieb dient ein 80-W-Reihenschlußmotor, der tropfwassergeschützt und funkentstört ist. Der Schalter, mit dem drei verschiedene Geschwindigkeiten der Rührbesen gewählt werden können, ist in der Griffmulde untergebracht. Er kann während der Arbeit mit dem Daumen leicht eingestellt werden. Das nur 156 mm lange und 109 mm hohe Gerät ist von glatten Flächen begrenzt (Bild 2), so daß es überall flach, ohne zu kippen, aufliegt. Die Quirle können mit dem Auswerfer, der ebenfalls im Griff untergebracht ist und mit dem Daumen betätigt wird, zum Reinigen leicht herausgenommen werden.

Die Schutzisolierung zusammen mit der Erdungsmöglichkeit über eine Schutzkontakt-Steckdose ergeben die größtmögliche Sicherheit gegen Berührungsspannungen.

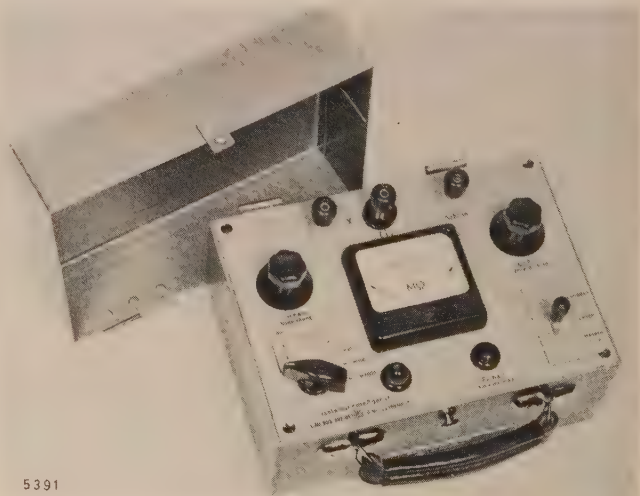
h

### Isolations-Prüfgerät

DK 621.317.735

Ein neues Isolations-Prüfgerät, das bei einer Meßspannung von 75 V einen Meßbereich von 3 bis 100 000 MΩ erfaßt, hat die *Felten & Guilleaume Carlswerk AG*, Köln-Mülheim, herausgebracht (Bild 3). Es dient dazu, höhere Isolationswiderstände, beispielsweise an kurzen Kabelstücken, Endverschlüssen, Überspannungssicherungs-Anlagen und dergleichen zu prüfen.

Die Schaltung des Gerätes weist im wesentlichen eine Meßbrücke auf, in der ein Brückenweig von einer Elektronenröhre gebildet wird. Der Gitterableitwiderstand dieser Röhre und der Isolationswiderstand des Meßobjektes bilden einen Spannungsteiler, der vom Meßstrom durchflossen wird. Dieser ruft am Gitterableitwiderstand einen von der Größe des Isolationswiderstandes abhängigen Spannungsabfall hervor, der die Gitterspannung und damit auch den Widerstand des Brückenweiges, in dem die



5391

Bild 3. Tragbares Isolations-Prüfgerät.

Röhre eingeschaltet ist, ändert. Die Brückenschaltung wird dadurch verstimmt, so daß in der Brückendiagonale ein Strom fließt. Die Größe dieses Diagonalstromes, die vom Grad der Verstimmung abhängt, ist somit ein Maß für die Größe des Isolationswiderstandes. Der Diagonalstrom wird von einem in Megohm geeichten Strommesser angezeigt. Meß- und Betriebsspannung für die Röhre werden eingebauten Trockenbatterien entnommen.

Klg

## Druckende Impulszähler

DK 621.3.087.9

Bei elektromagnetischen Impulszählern, die z. B. in der Fertigung oder in Laboratorien verwendet werden und bis zu 40 Impulse in der Sekunde zählen können, genügt heute im steigenden Maße nicht mehr das Ablesen aufgelaufener Meßwerte; vielmehr geht man dazu über, die Ergebnisse zu drucken. Diesen Erfordernissen entsprechend hat die *ELMEG Elektro-Mechanik GmbH*, Peine/Han., druckende Impulszähler und Zeitdrucker entwickelt, die in Druckgeräte verschiedener Art eingebaut werden können. Die Einzel-Dekaden-Druckzähler, 6,5 mm schmale Bauelemente, können in nahezu beliebiger Anzahl nebeneinander montiert werden und haben den wesentlichen Vorteil, daß gespeicherte Zahlenwerte fast beliebiger Stellenzahl innerhalb kürzester Zeit durch dekadische Einsteuerung in druckfertige Ergebnisse umgesetzt werden können.

Die Druckzähler werden in Druckgeräten für Schalttafeleinbau mit Druckeinrichtung und Papiervorschub angeordnet (Bild 4). Die Zahlen werden — für die einzelnen Druckelemente je nach Schaltung gemeinsam oder getrennt — beim Zähldruckgerät ZDG III auf fortlaufendem Papierstreifen über Kohlepapier, das in die Papierrollen eingelegt ist, aufgedruckt. Die Bauelemente — Druckzähler, Kalendertagedrucker, Zeitdrucker oder Einzel-Dekaden-



5444

Bild 4. Zähldruckgerät ZDG III.

Druckzähler — werden auf einer Traverse montiert. Die Baubreite des Gerätes erlaubt einen Einbau von drei 5-stelligen Druckzählern und einem Nullstellmotor. Hier ergeben sich verschiedene Kombinationsmöglichkeiten, z. B. 1 Druckzähler mit Nullstellmotor, 1 Kalendertage-Drucker und 1 Zeitdrucker.

Druck- und Nullstellvorgänge werden gewöhnlich durch getrennte Impulse ausgelöst. Mit der zusätzlichen Druck- und Nullstell-Auslösung wird das Zählwerk selbsttätig nach jedem Abdruck auf Null zurückgestellt. Der Papiervorschub ist mit dem Druckmechanismus gekoppelt und daher zwangsläufig.

Sind mehr als 3 Druckelemente erforderlich, so werden größere Druckgeräte für 7, 10 oder 12 Druckzähler verwendet. Im Gegensatz zum ZDG III, bei dem über Kohlepapier gedruckt wird, verwendet man hier ein Farbband.

## Neuer Brotröst-Automat

DK 643.353.2 : 62-523.6

Auch in Deutschland gewinnen immer mehr Menschen Geschmack an geröstetem Weißbrot. Das liegt nicht zuletzt an der Bekömmlichkeit des Toastes, der einen weit geringeren Wassergehalt hat als ungeröstetes Brot und deshalb leichter verdaulich ist. Zum Rösten verwendet man vorwiegend elektrisch beheizte Geräte, wobei die einfachen Ausführungen mit handbetätigtem Wender einige Aufmerksamkeit verlangen. Jeder weiß aus eigener Erfah-



5434 b R

Bild 5. Außenansicht des neuen Brotröst-Automaten.

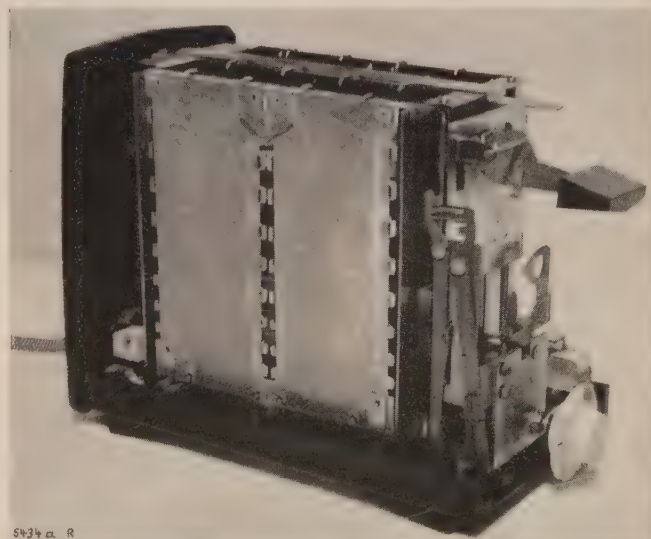
rung, wie leicht die Scheiben verkohlen, wenn man den Röster auch nur kurze Zeit zu beobachten vergißt. Deshalb hat die Industrie automatisch arbeitende Brotröster entwickelt, die völlig wartungsfrei gleichmäßig gebräunte Schnitten liefern. Ihre Nachteile bestanden bisher in den verhältnismäßig großen Abmessungen, dem erheblichen Preis und in der teilweise komplizierten Automatik.

Diese Tatsachen machte sich die *Rowenta-Metallwarenfabrik GmbH*, Offenbach a. M., zunutze, und sie entwickelte einen form-schönen und zugleich preisgünstigen Röst-Automaten (Bild 5). Dieser Brotröster toastet gleichzeitig zwei Scheiben Brot von beiden Seiten hell-, mittel- bis dunkelbraun, je nach Einstellung des seitlich angebrachten Drehknopfes, der auf fünf Stufen eingestellt werden kann. Die Scheiben sind immer gleichmäßig gebräunt, gleichgültig ob man sie in den kalten Röster oder in den mehrmals hintereinander verwendeten Apparat einsteckt.

Durch Senken der Drucktaste an der Seite wird das Brot auf einem Schlitten zwischen die Heizkörper gebracht und der bimetalldgesteuerte Mechanismus (Bild 6) in Betrieb gesetzt. Nach Ablauf der durch den Drehknopf eingestellten Röstzeit schaltet das Gerät automatisch ab und schiebt das Brot nach oben heraus, so daß man die Scheiben leicht fassen kann. Den Röstvorgang kann man durch einfaches Hochschieben der Drucktaste zu jeder Zeit unterbrechen.

Das Gehäuse des Brotrösters besteht aus einer Kombination von Formpreßstoff und verchromten Metall. Der Boden ist als Klappe ausgebildet, die ein leichtes Entfernen von herabgefallenen Brotkrumen gestattet. Die Leistungsaufnahme beträgt 1000 W. Das Gerät wird mit einer festmontierten Zuleitung ans Netz angeschlossen.

Sa



5434 a. R

Bild 6. Nach Abnahme des Gehäuses erkennt man den einfachen Aufbau der bimetalldgesteuerten Automatik.

## Luftfeuchtigkeitsmesser Hygrophil

DK 621.317.39 : 533.275

Der Ultrakust-Gerätebau Dr.-Ing. O. Raudszus, Ruhmannsfelden (Niederbayern), hat ein neuartiges Meßgerät für das schnelle Bestimmen der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Markt gebracht. Dieses Gerät ist insofern neuartig, als es erlaubt, die relative Luftfeuchtigkeit an den verschiedensten Stellen innerhalb weniger Sekunden zu bestimmen. Dabei arbeitet es nach dem exakten psychrometrischen Prinzip. Durch die geringen Abmessungen der temperaturempfindlichen Fühler (nur rd. 0,5 mm Dmr.) ist die Wärmekapazität des „feuchten Thermometers“ sehr gering, und die Abkühlung auf die Endtemperatur tritt in wenigen Sekunden ein.

In einem Ansaugrohr (Bild 7) sind die beiden Thermopaare hintereinander angeordnet. Eines ist mit einem dünnen Baumwollstrumpf überzogen, dessen Ende in einen Wasserbehälter taucht. Ein von einem Motor getriebener Flügel saugt die zu untersuchende Luft durch das Ansaugrohr an den Temperaturfühler vorbei, die dadurch fast augenblicklich die Temperatur der Luft bzw. der abgekühlten Flüssigkeit annehmen. Die an den Fühlern herrschende Temperatur wird an einem Anzeige-Instrument abgelesen.

Vor Beginn der Meßreihe wird das Anzeige-Instrument mit Hilfe der beiden Drehknöpfe geeicht. Durch Drücken des oberen Knopfes der Hygrophil-Pistole bis zum ersten Anschlag wird der trockene Fühler in den Meßkreis eingeschaltet. Jetzt können Temperaturen von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+20^{\circ}\text{C}$  gemessen werden. Liegt die Temperatur höher, so wird der gleiche Knopf weitergedrückt und auf den zweiten Bereich von  $20^{\circ}\text{C}$  bis  $50^{\circ}\text{C}$  umgeschaltet. Die Temperatur des trockenen Thermometers wird abgelesen. Danach wird der untere Knopf bis zum ersten und erforderlichenfalls bis zum zweiten Anschlag durchgedrückt. Die Temperatur des feuchten Thermometers wird abgelesen, und aus den beiden Temperaturen kann an Hand der dem Gerät beigegebenen Kurven oder mit einem besonderen Rechenschieber die relative Luftfeuchtigkeit abgelesen werden.

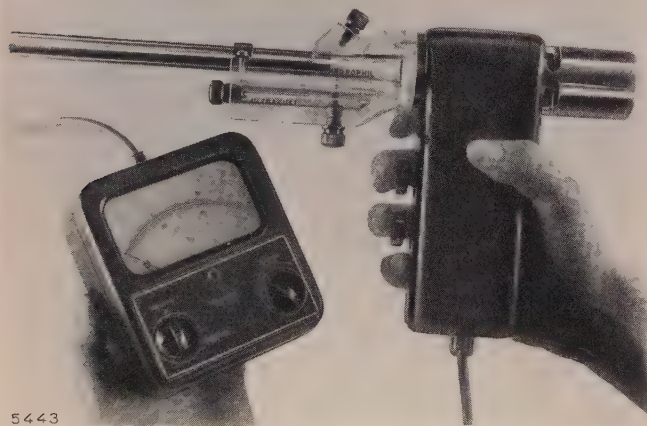


Bild 7. Luftfeuchtigkeitsmesser Hygrophil.

Beim Drücken der Knöpfe wird jeweils auch der Lüftermotor eingeschaltet. Schlagwetter- und explosionsgeschützte Geräte haben an Stelle des Elektromotors einen Federmotor.

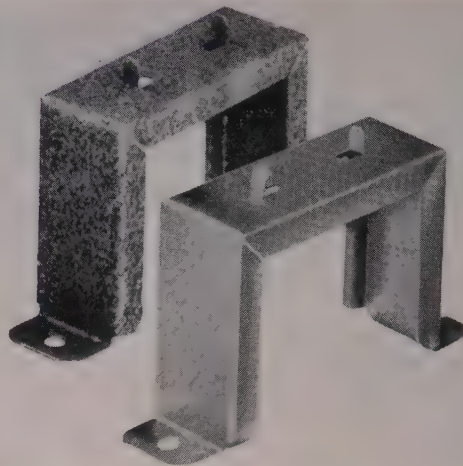
## Elektrolytische Entrostung und Entzunderung

DK 621.791.027

Stahl, Gußeisen und ihre Legierungen gehören zu den wichtigsten Werkstoffen im Elektrogeräte- und Elektromaschinenbau. Bei ungenügendem Schutz korrodieren ihre Oberflächen leicht und es entstehen Rost- und Zunderschichten. Bisher wurden diese meist mit Säuren entfernt, die aber die Werkstücke selbst angreifen. Die durch Säureeinwirkung entstandenen Beizrückstände mußten zum Teil mechanisch entfernt werden, damit ein weiteres Einwirken verhindert wird. Die Nachteile einer solchen Behandlung vermeidet das neuartige elektrolytische Entrostungs- und Entzunderungsbad Pertoxal der Schering AG, Berlin und Nürnberg.

Das neue Bad entrostet und entzündet Stahl und Eisen, ohne daß es den Grundwerkstoff angreift (Bild 8). Selbst auf Maß geschliffene Teile können in einem solchen Bad behandelt werden, ohne daß ihre Maßhaltigkeit darunter leidet. Da dieses Bad gleichzeitig als Entfettungsbad wirkt, können die entrosteten Werkstücke sofort ohne Zwischenbehandlung in ein Elektrolytbad gebracht werden.

Pertoxal wird als Salz geliefert und in Wasser aufgelöst. Die Konzentration richtet sich nach der Dicke der Rostschicht und soll 15 bis 35 kg je 100 l Badflüssigkeit sein. Das Bad arbeitet schon bei Zimmertemperatur und kleinen Stromdichten. Höhere Bad-



5389

Bild 8. Bügel für Kleintransformator vor (links) und nach (rechts) der Behandlung im Pertoxal-Bad.

temperaturen von  $40$  bis  $50^{\circ}\text{C}$  und höhere Stromdichten verkürzen die Behandlungsdauer.

Rgs

## Das Unterwasser-Fernseh-Schleppgerät

DK 621.397.61 : 77.058

Ein Absuchen des Meeresgrundes und die visuelle Anzeige der Unterwasserobjekte auf dem Bildschirm eines Fernsehgerätes an Bord des Begleitschiffes ermöglicht das mit Unterwasser-Fernsehkameras und Unterwasser-Scheinwerfern ausgestattete Unterwasser-Fernseh-Schleppgerät INGATLAS 10/3, wobei die Tiefe durch Fernbedienung vom Suchfahrzeug oder automatisch von einer Echolot-anzeige gesteuert wird<sup>1)</sup>. Das Gerät kann in jeder Höhe über der Gewässersohle bis zu einer Wassertiefe von 50 m von einem Schiff mit einem Schleppseil nachgezogen sowie über eine Kabelverbindung gesteuert werden.

Durch den Einbau von drei Unterwasser-Fernsehkameras kann eine Gesamtsuchbreite von 9 m erfaßt werden; zum Beleuchten des zu beobachtenden Objektes sind an der Unterseite des Schleppgerätes bis zu sechs federnde Ausleger mit je einem Unterwasser-Scheinwerfer vorgesehen (Bild 9).

Der freiflutende Schleppkörper wird durch die Schleppfahrt dynamisch auf Tiefe gesteuert, schwimmt wie ein Unterwasser-Drachen und taucht auf, wenn die Schleppfahrt beendet ist. Mit der im Steuerpult des Suchfahrzeuges eingebauten Echolotanlage kann die jeweilige Wassertiefe unterhalb des Schleppkörpers auf einer Rotlicht-Tiefenanzeige abgelesen und auch durch Photozellen abgetastet und zu einer automatischen Tiefensteuerung des Gerätes verwendet werden.

Für die Kennzeichnung bestimmter Stellen des Wasservolumens und des Meeresbodens auf dem Wasserspiegel dienen zehn im Schleppgerät angeordnete Markierungsbojen, die nach Bedarf vom Steuerpult ausgelöst werden. Nach dem Ausstoßen einer Boje sinkt der Anker auf die Gewässersohle und dann steigt die über einen Perlondraht mit dem Anker verbundene Schwimmkugel an die Wasseroberfläche.

Der Leistungsbedarf des mit Drehstrom von 380 V arbeitenden Gerätes liegt bei 5 kVA.

Sch

<sup>1)</sup> Schultz, K.: Anlagen zum Unterwasser-Fernsehen. VDI-Z. Bd. 102 (1960) H. 9 S. 339-346.

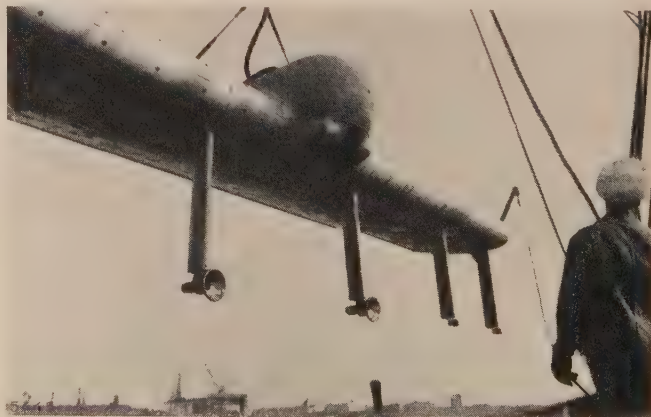


Bild 9. Das Unterwasser-Fernseh-Schleppgerät INGATLAS 10/3 wird im Kieler Hafen an Bord des Begleitschiffes „Bussard“ gehievt. (Werkbild IBAG)

# VERBANDSNACHRICHTEN

## VDE

### Verband Deutscher Elektrotechniker

Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21

Fernruf: 60 341; Fernschreiber (Telex): 04-12 871;

Telegramm-Kurzanschrift: Elektrobund;

Postscheckkonto: Frankfurt a. M. 388 68.

#### Inkraftsetzung der Neufassung VDE 0105 Teil 1/11.60 „Bestimmungen für den Betrieb von Starkstromanlagen“

Gegen den in ETZ-B Bd. 10 (1958) S. 319 angekündigten „Entwurf 2 einer Neufassung von VDE 0105“ sind Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von der VDE-Kommission „Betrieb von Starkstromanlagen“ unter Vorsitz von Dr.-Ing. *Schneider* ordnungsgemäß behandelt. Der Entwurf wurde entsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im Oktober 1960 genehmigt und zum 1. November 1960 in Kraft gesetzt.

VDE 0105/XII.40 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen“ wird am 31. Oktober 1961 ungültig.

Einzeldrucke der Neufassung können unter der Bezeichnung VDE 0105 Teil 1/11.60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 2,— DM bezogen werden.

Über die gleichzeitig erscheinenden Erläuterungen zu VDE 0105 Teil 1 (VDE-Schriftenreihe Heft 13) gibt die Bekanntmachung des VDE-Verlages im nächsten Heft der ETZ Auskunft.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

*Lauster*

#### Inkraftsetzung der Änderungen

VDE 0208 a/11.60 „Vorschriften für Isolierhüllen und Mäntel aus Gummi für isolierte Leitungen und Kabel“,

VDE 0250 b/11.60 „Vorschriften für isolierte Starkstromleitungen“,

VDE 0283 c/11.60 „Vorschriften für probeweise verwendbare isolierte Starkstromleitungen“

Gegen die in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 5, S. 116 angekündigten Entwürfe der vorstehend aufgeführten Änderungen sind einige Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von dem VDE-Arbeitsausschuß „Isolierte Starkstromleitungen“ unter Vorsitz von Dipl.-Ing. *Th. Wasserburger* ordnungsgemäß behandelt. Die Entwürfe wurden entsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im September 1960 genehmigt und zum 1. November 1960 in Kraft gesetzt.

Einzeldrucke dieser Änderungen können vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zu folgenden Preisen bezogen werden:

0,20 DM für VDE 0208a/11.60, 1,60 DM für VDE 0250b/11.60 und 0,70 DM für VDE 0283c/11.60.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

*Lauster*

#### Inkraftsetzung von VDE 0351/11.60 „Vorschriften für heiß zu vergießende Füllmassen für Kabelzubehöriteile sowie für Abbrühmassen“

Gegen den in ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 385 angekündigten Entwurf einer Neufassung von VDE 0351 sind einige Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von dem VDE-Arbeitsausschuß „Vergußmassen für Kabelzubehöriteile“ der VDE-Kommission „Kabel und Leitungen“ unter Vorsitz von Dipl.-Ing. *E. Badum* ordnungsgemäß behandelt. Der Entwurf wurde dementsprechend geändert. Die so entstandene Schlußfassung hat der Vorstand des VDE im September 1960 genehmigt und zum 1. November 1960 in Kraft gesetzt. Die bisherigen Vorschriften VDE 0351/XII.44 werden am 1. Mai 1961 ungültig.

Einzeldrucke der Neufassung können unter der Bezeichnung VDE 0351/11.60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 1,40 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

*Lauster*

#### Außerkraftsetzung von

VDE 0606 U/3.57 „Übergangsvorschriften für Verbindungsmaterial bis 750 V“,

VDE 0616 U/3.57 „Übergangsvorschriften für Lampenfassungen und Lampensockel bis 750 V“,

VDE 0635 U/3.57 „Übergangsvorschriften für Leitungsschutzsicherungen mit geschlossenem Schmelzeinsatz 500 und 750 V bis 200 A“

und

VDE 0641 U/3.57 „Übergangsvorschriften für einpolige Leitungsschutzschalter bis 25 A 380 V“

Zu der Bekanntmachung in ETZ-B Bd. 12 (1960) H. 16, S. 401 über die geplante Außerkraftsetzung der obengenannten Übergangsvorschriften sind keine Einsprüche eingegangen.

Der VDE-Vorstand hat daher mit Wirkung vom 1. November 1960 der Außerkraftsetzung zugestimmt.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

*Lauster*

#### Inkraftsetzung von VDE 0871/11.60 „Funkstör-Grenzwerte für Hochfrequenzgeräte und -anlagen (Vorschriften)“

Gegen den in ETZ-B Bd. 11 (1959) S. 322 angekündigten Entwurf einer Neufassung von VDE 0871 sind einige Einsprüche eingegangen. Sie wurden inzwischen von der VDE-Kommission „Funk-Entstörung von Hochfrequenzgeräten und -anlagen“ unter Vorsitz von Dr. Dr. A. *Dennhardt* ordnungsgemäß behandelt. Der Entwurf wurde entsprechend geändert. Diese Fassung hat der Vorstand des VDE im September 1960 genehmigt und zum 1. November 1960 in Kraft gesetzt. Die bisherige aus den Teilen 1 bis 3 bestehende Fassung

VDE 0871 „Funk-Entstörung“

Teil 1/1.56 „Regeln für medizinische Hochfrequenzgeräte und -anlagen“,

Teil 2/12.55 „Leitsätze für Hochfrequenzgeräte und -anlagen zur Wärmezeugung für andere als medizinische Zwecke“,

Teil 3/12.55 „Leitsätze für Hochfrequenzgeräte und -anlagen für Sonderzwecke“

wird am gleichen Tage ungültig.

Einzeldrucke der Neufassung können unter der Bezeichnung VDE 0871/11.60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 1,20 DM bezogen werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker

Der Generalsekretär

*Lauster*

#### 2. Entwurf einer Änderung von VDE 0418 „Regeln für Elektrizitätszähler“

Die VDE-Kommission „Elektrizitätszähler“ hat einen 2. Entwurf der Änderung a von VDE 0418 ausgearbeitet. Er ist gegenüber dem 1. Entwurf der Änderung a, der in der ETZ-B Bd. 8 (1956) S. 289 angekündigt worden war, wesentlich erweitert. Es ist beabsichtigt, die Änderung a zum 1. April 1961 in Kraft zu setzen. Die von dieser Änderung betroffenen Teile von VDE 0418/6.52 sollen für die Herstellung daneben noch bis zum 31. März 1963 gelten.

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0418a/...60, Entwurf 2 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,90 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sowie gegen die geplanten Termine für seine Inkraftsetzung und das Ungültigwerden der hiervon betroffenen Teile von VDE 0418/6.52 können bis zum 15. Dezember 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Kommissionsvorsitzende

*Linkh*

VDE-Vorschriftenstelle

*Weise*

#### Entwurf einer Änderung von VDE 0419 „Regeln für Tarifschaltuhren“

Die VDE-Kommission „Elektrizitätszähler“ hat eine Änderung a zu VDE 0419/12.58 ausgearbeitet. Es ist beabsichtigt, diese Änderung zum 1. April 1961 in Kraft zu setzen.

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0419 a/...60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,60 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sowie gegen den geplanten Termin für seine Inkraftsetzung können bis zum 15. Dezember 1960

der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Kommissionsvorsitzende  
Linckh

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

### Entwurf der Änderung c von VDE 0560 „Regeln für Kondensatoren“ Teil 1 „Allgemeine Bestimmungen“

Der VDE-FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“ hat eine Änderung c von VDE 0560 Teil 1 ausgearbeitet. Sie enthält ausführlichere Angaben über die Kriech- und Luftstrecken, neue Bestimmungen für das Messen des Isolationswiderstandes und dient der Angleichung an die inzwischen erschienenen Normblätter DIN 40 040 und DIN 40 046 (klimatische und mechanische Anwendungsklassen und Prüfungen). Als Geltungsbeginn ist der 1. Mai 1961 vorgesehen.

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0560 Teil 1 c/...60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,90 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie gegen den Termin für den Geltungsbeginn können bis zum 15. Dezember 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Vorsitzende des VDE-FNE-Gemeinschaftsausschusses „Kondensatoren“  
Sträß

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

### Entwurf für die Neufassung von VDE 0560 Teil 2 „Vorschriften für Berührungsschutz-Kondensatoren“

Der VDE-FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“ hat VDE 0560 Teil 2 überarbeitet zwecks Anpassung an die neuen Regeln für die Funk-Entstörung von Geräten, Maschinen und Anlagen, VDE 0875/12. 59, sowie an die neuen Normblätter DIN 40 040 und DIN 40 046 (klimatische und mechanische Anwendungsklassen und Prüfungen). So soll es in Zukunft als Berührungsschutz-Kondensatoren keine a- und c-Kondensatoren mehr geben, sondern, wie früher, nur noch b-Kondensatoren.

Als Geltungsbeginn ist der 1. Mai 1961 vorgesehen. Die bisherigen Vorschriften VDE 0560 Teil 2/7. 57 sollen für die Herstellung neben den neuen Vorschriften noch bis zum 30. April 1962 gelten.

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0560 Teil 2/...60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,90 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie gegen die Termine für den Geltungsbeginn und das Ungültigwerden der bisherigen Vorschriften können bis zum 15. Dezember 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Vorsitzende des VDE-FNE-Gemeinschaftsausschusses „Kondensatoren“  
Sträß

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

### Entwurf der Änderung a von VDE 0560 Teil 7 „Regeln für Funk-Entstörkondensatoren“

Der VDE-FNE-Gemeinschaftsausschuß „Kondensatoren“ hat eine Änderung a von VDE 0560 Teil 7 ausgearbeitet. Sie bringt im wesentlichen eine Einschränkung des Geltungsbereiches, eine Forderung für die Belastbarkeit und eine Angleichung an die inzwischen erschienenen Normblätter DIN 40 040 und DIN 40 046 (klimatische und mechanische Anwendungsklassen und Prüfungen). Als Geltungsbeginn ist der 1. Mai 1961 vorgesehen. Die durch diese Änderung betroffenen Teile der bisherigen Bestimmungen von VDE 0560 Teil 7/3. 56 sollen für die Herstellung neben den neuen Bestimmungen noch bis zum 30. April 1962 gelten.

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0560 Teil 7 a/...60 vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,90 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie gegen die Termine für den Geltungsbeginn und das Ungültigwerden der durch die Änderung betroffenen Teile der bisherigen Bestimmungen können bis zum 15. Dezember 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Vorsitzende des VDE-FNE-Gemeinschaftsausschusses „Kondensatoren“  
Sträß

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

### Entwurf der Änderung a von VDE 0606 „Vorschriften für Verbindungsmaterial bis 750 V“

Die VDE-Kommission „Installationsmaterial“ hat den Entwurf einer Änderung a von VDE 0606 ausgearbeitet. Es handelt sich im wesentlichen um Änderungen der Bestimmungen für Hauptleitungs-Abzweigungskästen in bezug auf die Anordnung der Klemmensockel sowie um Ergänzung der Bestimmungen für Leitungsanschlüsse an Verbindungsklemmen.

Es ist beabsichtigt, diesen Änderungen vom 1. Januar 1961 ab Gültigkeit zu geben und eine Übergangsfrist für die bisherigen Vorschriften bis zum 31. Dezember 1962 vorzusehen.

Der Entwurf kann unter der Bezeichnung VDE 0606 a/...60 beim VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 0,30 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf können bis zum 10. Dezember 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Kommissions-Vorsitzende  
Lindner

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

### Entwurf VDE 0815/... 60 „Vorschriften für Installationsleitungen für Fernmeldeanlagen (Drähte, Installationskabel und Schlauchdrähte)“

Der VDE-Arbeitsausschuß „Fernmeldeleitungen“ der VDE-Kommission „Kabel und Leitungen“ hat unter Vorsitz von Dipl.-Ing. H. A. Lynen VDE 0815 dem Stand der Technik angepaßt. Hierbei wurde die Zahl der Typen auf vier herabgesetzt: den Installationsdraht Y (früher Kunststoffdraht Y), den wetterfesten Draht 2YY, das Installationskabel J—Y(St)Y und den Schlauchdraht mit Zugentlastung J—Y(Z)Y. Die drei letztgenannten Typen wurden aus VDE 0880/8. 58 „Vorschriften für probeweise verwendbare isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen“ übernommen. Als Geltungsbeginn ist der 1. Mai 1961 vorgesehen. Für die Herstellung sollen daneben noch bis zum 31. Oktober 1961 gelten:

1. die Vorschriften VDE 0815/4. 56,
2. die §§ 7, 10, 11 und 12 von VDE 0880/8. 58,
3. die Teile von VDE 0890/7. 57, die Installationsleitungen für Fernmeldeanlagen behandeln.

Der Entwurf VDE 0815/...60 kann vom VDE-Verlag, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, zum Preise von 2,10 DM bezogen werden.

Einsprüche gegen den Entwurf sowie gegen die Termine für den Geltungsbeginn und das Ungültigwerden der bisherigen Bestimmungen können bis zum 15. Dezember 1960 der VDE-Vorschriftenstelle, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21, eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

Der Kommissionsvorsitzende  
v. Wiarda

VDE-Vorschriftenstelle  
Weise

### Entwürfe der Richtlinien

- VDI/VDE 3261 „Kenngrößen elektrischer Bauelemente für Arbeitsmaschinen — Hilfsrelais“,
- VDI/VDE 3262 „Kenngrößen elektrischer Bauelemente für Arbeitsmaschinen — Magnetkupplung und Magnetbremse“,
- VDI/VDE 3263 „Kenngrößen elektrischer Bauelemente für Arbeitsmaschinen — Hubmagnete“,
- VDI/VDE 3264 „Kenngrößen elektrischer Bauelemente für Arbeitsmaschinen — Verzögerte Hilfsrelais“,
- VDI/VDE 3265 „Kennzeichnung der elektrischen Leitungen von Arbeitsmaschinen für die Produktionstechnik“

Der Ausschuß „Automatisierung in der Fertigung“, Unterausschuß „Steuerung“, hat unter seinem Obmann, Prof. Dr.-Ing. H. Opitz, Entwürfe für die oben genannten VDI/VDE-Richtlinien ausgearbeitet. Diese Richtlinien werden auf Grund einer Vereinbarung vom 14. Januar 1960 gemeinsam mit dem VDE, dem ZVEI und der VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik herausgegeben. Sie sind Richtlinien im Sinne von VDE 0022, Abschnitt 3, und beziehen sich auf die neuesten zuständigen DIN-Normen und VDE-Bestimmungen.

Eine ausführliche Begründung und Beschreibung dieser Richtlinien wurde in der Zeitschrift „Werkstattstechnik“ Bd. 50 (1960) H. 7, S. 395, veröffentlicht.

Die Entwürfe können unter der Bezeichnung VDI/VDE 3261 bis 3265 von der VDI-Fachgruppe Betriebstechnik (ADB), Düsseldorf, Prinz-Georg-Straße 77/79, bezogen werden.

Einsprüche gegen diese Entwürfe können bis zum 30. November 1960 der Geschäftsstelle der VDI-Fachgruppe eingereicht werden (doppelte Ausfertigung erbeten).

## VDE-ZEICHEN-GENEHMIGUNGEN

56. Nachtrag zur Buchzusammenstellung nach dem Stande vom 1. 11. 1955 mit Sammelnachtrag nach dem Stande vom 1. 1. 1957

### Neu erteilte Genehmigungen

#### Installationsmaterial



#### Fassungen für Glühlampen

Wilhelm Geiger GmbH, Lüdenscheld

Dreiteilige Schraubfassung E 14, 2 A 250 V, aus Messingblech oder vermessingtem Eisenblech, mit Nippelgewinde M 8 × 1 oder M 10 × 1, ohne oder mit Schutzleiteranschlußklemme — Typen: 955, —Ms, 962.

#### Fassungen für Leuchtstofflampen

Bröckelmann, Jaeger & Busse KG, Neheim-Hüsten

Leuchtstofflampenfassung 2 A 250 V; als unabhängiges Gerät mit Zubehör, Schutzklasse II (schutzisoliert); ohne oder mit Starterfassung, Gehäuse aus Formstoff Typ 31, mit Umhüllung aus PVC — Typ: 26.21.

Hermann Melleri, Bretten/Baden

Starterfassung für Leuchtstofflampen 2 A 250 V; Einbaubehör für Geräte der Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß), abgedeckte Ausführung, Gehäuse aus Formstoff Typ 31 — Typ: 1570/0.

#### Verbindungsmaterial

Gebrüder Merten, Gummersbach/Rheinland

Herdabzweigdosens 380 V, 4 × 6 qmm, wie bereits genehmigter Typ 1218; jetzt auch für Unterputzverlegung mit Abdeckplatte aus Formstoff Typ 31 oder 131 — Typen: 1215, —w.

Karl Jung, Stuttgart-Stammheim

Leuchtenklemme 380 V, 2,5 qmm, wie bereits genehmigte Typen 3002...3007; jetzt auch in Gehäusen aus Formstoff Typ 131 — Typen: wie vor.

#### Stecker

Desco-Werk, Seger & Angermeyer KG, Ittersbach bei Karlsruhe

Weichgummistecker 10 A 250 V/15 A 250 V~, wie bereits genehmigter Typ 1324; jetzt auch mit NSA 3 × 0,75 oder 3 × 1 qmm — Typ: wie vor.

Stecker 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt, nach DIN 49 441; Körper aus Formstoff Typ 31 mit axialer Leitungseinführung — Typ: 1312.

#### Ortsveränderliche Steckdosen

Heinrich Popp & Co, Röhrenhof/Post Goldmühl

Warmgerätesteckdose 10 A 250 V, wie bereits genehmigter Typ 751; Griffteil jetzt auch aus Formstoff Typ 131 — Typ: 751 w.

Eugen Reisdörfer, Bendorf/Sayn

Kupplungssteckdose 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 440; Körper aus Weichgummi mit axialer Leitungseinführung — Typ: V GK 10.

#### Installationsschalter

Gustav Giersiepen, Radevormwald/Rheinland

Schalter 10 A 250 V~, wie bereits genehmigte Typen 425/1 (—/2, —/5, —/6, —/7); jetzt auch in Gehäusen Schutzart B für Unterputzverlegung, aus Formstoff Typ 31, mit zwei nebeneinanderliegenden, einem gegenüberliegenden und einem rückseitigen Leitungseinführungsstutzen, mit Abdeckung aus Formstoff Typ 131 — Typen: 425/1... upc.

Heinrich Kopp, Kahl am Main

Schalter 10 A 250 V~, einpolige Aus-, Serien- und Wechselschalter, für Unterputzverlegung, mit Kipphebel- oder Wippenbetätigung, jetzt auch mit Zentraleinsatzplatten für Kombinationen — Typen: 1731, 1735, 1736, 1741, 1745, 1746.

#### Geräteschalter (Einbauschalter)

Busch-Jaeger Dürer Metallwerke AG, Lüdenscheld/Westfalen

Geräteeinbauschalter 15 A 250 V~, 4-poliger Ausschalter mit Drehknüppelbetätigung, Gehäuse aus Formstoff Typ 150 — Typ: 684/1/4—7 ERs—101.

J. & J. Marquardt, Rietheim

Geräteeinbauschalter mit Wippenbetätigung, wie bereits genehmigter Typ 1411; jetzt auch für den Nennbereich 15 A 250 V~ als Kombination bestehend aus einem zweipoligen Ausschalter, einem einpoligen Ausschalter und einem einpoligen Umschalter in gemeinsamem Gehäuse aus Formstoff Typ 31 — Typ: 1420.

#### Geräte



#### Leuchten (ortsfest)

Wwe. Wilh. von Hagen, Iserlohn/Westfalen

Außenleuchte E 27, 100 W, Metallwandschild mit Porzellanfassung und Plexiglasabdeckung, regengeschützt, Schutzklasse I (Schutzleiteranschluß) Klemmenanschluß — Typ: 45 924.

Novalux Brandenburg & Co, Köln-Braunsfeld

Langfeldleuchten für Leuchtstofflampen 220 V, wie bereits genehmigte Typen D 15/120 J...; jetzt auch für 2 × 20 W, 2 × 40 W oder 2 × 65 W als Typen: D 25/61 J, —/120 J, —/120 Jk, —/120 Duo, —/150 J, —/250 Jk, —/150 Duo.

#### Bügeleisen und dergleichen

Siemens-Schuckertwerke AG, Erlangen

Tischbügler 220 V~, 1215 W; in Tischgestell angeordnete, elektromotorisch angetriebene Bügelwalze mit beheizter Bügelwange, Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß); mit 2 Geräteeinbauschaltern für Heizung und Motor, Temperaturregler, Signallampenfassung und fester Anschlußleitung NMH 3 × 1,5 qmm und Schutzkontaktstecker — Typ: HBT 1.

#### Elektroherde

Frank'sche Eisenwerke AG, Adolfshütte bei Dillenburg/Hessen

Elektrovollherd üblicher Bauart, 220 oder 220/380 V~, bestückt mit 1 Kochplatte 8 cm Ø 450 W, 1 Kochplatte 14,5 cm Ø 1000 W, 1 dto. 18 cm Ø 2000 W (Blitzkochplatte mit Überlastungsschutz), 1 dto. 22 cm Ø 2000 W, Backofen 8 × 300 W; Anschlußmöglichkeit für Infrarotgrill und Egomat-Kochautomat; mit Geräteeinbauschaltern und Temperaturregler, Klemmenanschluß — Typ: 2274 E.

Elektrovollherd wie vor, jedoch mit 3 Kochplatten (14,5 — 18 und 22 cm Ø) sowie ohne Anschlußmöglichkeiten für Infrarotgrill und Egomat — Typ: 2273 E.

#### Heißwasserbereiter (ortsfest)

Bauknecht-Gea GmbH, Fellbach bei Stuttgart

Druckloser Heißwasserspeicher 220 V~, 2000 W; zylindrischer Kupferblechbehälter, Nutzinhalt 5 oder 8 Liter, Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß); mit Temperaturregler, Fassungen für Signallampen, fester Anschlußleitung und Schutzkontaktstecker — Typen: ND 5, NDU 5, ND 8.

#### Geräte zur Wäschebehandlung

AEG Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Nürnberg

Haushaltswaschmaschine 220 V~, 2000 W (Heizung), 500 W (Waschmotor); schrankförmiges Stahlblechgehäuse üblicher Bauart, Geräteklasse I (Schutzleiteranschluß), Laugenbehälter 40 Liter Nutzinhalt; mit Geräteeinbauschalter, Temperaturregler und fester Anschlußleitung mit Schutzkontaktstecker — Typen: Europ-Super 615 124 028 (ohne Wringer), —615 126 028 (mit Wringer).

Haushaltswaschmaschine wie vor, jedoch mit Laugenbehälter für 30 Liter Nutzinhalt, Heizung 2000 W, Waschmotor 350 W — Typ: Europ 615 122 028.

#### Leitungen und Zubehör

##### Isolierte Starkstromleitungen

(VDE-Kennfaden schwarz-rot)

Felten & Guillaume Carlswerk AG, Köln-Mülheim

Stegleitungen — Typ: NYIFY.

### Neu erteilte Genehmigungen zur probeweisen Verwendung

#### Installationsmaterial



#### Stecker

Gebr. Vedder GmbH, Schalksmühle/Westfalen

Stecker 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt nach DIN 49 441; Körper aus thermoplastischem Kunststoff (PVC), mit axialer Leitungseinführung — Typ: 10 St 2 M.

#### Leitungen und Zubehör

##### Probeweise verwendbare isolierte Starkstromleitungen

(VDE-Kennfaden schwarz-rot-gelb)

Märkische Kabelwerke AG, Berlin-Spandau

Mittlere Kunststoffschlauchleitungen — Typ: NYMHY (PR).

Kabelwerk Wagner KG, Wuppertal-Nächstebreck

Zwillingsleitungen — Typ: NYZ (PR).

### Gestrichene Genehmigungen

Die hierunter aufgeführten Streichungen von Zeichengenehmigungen verstehen sich — soweit nicht im Einzelfall ausdrücklich etwas anderes angegeben ist — auf Genehmigungsausweise, die wegen Einstellung der Fertigung der bisher genehmigten Artikel oder wegen Übergang auf abgeänderte und inzwischen neu genehmigte Bauarten ungültig geworden sind.

#### Installationsmaterial

##### Schraubkappen

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf/Pegnitz

D-Schraubkappen E 27, 25 A 500 V und E 33, 60 A 500 V — Typen: K II und K III sind gestrichen.

##### Verbindungsmaterial

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf/Pegnitz

Abzweigdosen 500 V, 5 × 2,5 qmm, Schutzart C — Typ: 6500 sind gestrichen.

## Ortsveränderliche Steckdosen

Bayerische Elektrozubehör GmbH, Lauf/Pegnitz  
Kupplungssteckdosen 10 A 250 V/15 A 250 V~, zweipolig mit Schutzkontakt — Typen: 1677... sind gestrichen.

## Geräte

## Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen — Drosselspulen

Wilhelm Binder KG, Villingen/Schwarzwald  
Sämtliche Zeichengenehmigungen für Drosselspulen sind gestrichen.

## Leitungen und Zubehör

## Isolierte Leitungen und Kabel für Fernmeldeanlagen

Wilhelm Richter, Berlin SW 29  
Schaltdrähte — Typen: Y und YV sind gestrichen.

## VERANSTALTUNGSKALENDER

**Biberach:** ETV Württemberg, Stützpunkt Biberach, i. Hs. Elektrizitätsversorgung Schwaben.

15. 11. 1960, 17.00, Elektrizitätsversorgung Schwaben, Vortragssaal: „Das technische Ausbildungswesen in der Sowjet-Union“, Prof. Dr. rer. techn. W. Niens, Berlin.

**Bonn:** VDE-Bezirk Köln, Stützpunkt Bonn, Immenburgstr. 7–11.

8. 11. 1960, 19.00, Fernmeldeamt, Unterrichtssaal, Reuterstr. 65: „Lichttechnik und Architektur“, Dipl.-Ing. F. Harnisch, Hameln.

**Darmstadt:** VDE-Bezirksverein Frankfurt, Stützpunkt Darmstadt, Luisenstr. 12 (Heag-Haus).

9. 11. 1960, 19.30, Technische Hochschule, großer Hörsaal für Elektrotechnik: „Vergleich des amerikanischen mit dem deutschen Fernsprechnetz“, Dipl.-Ing. H. Heß, München.

**Gießen:** VDE-Bezirksverein Frankfurt, Stützpunkt Gießen, Schanzenstr. 3.

1. 11. 1960, 19.00, Physikalisches Institut, Stephanstr. 24: „Automation und Elektrotechnik in der Industrie“, Dipl.-Ing. Land, München.

**Frankfurt:** VDE-Bezirksverein Frankfurt, Rothschild-Allee 33.

8. 11. 1960, 17.30, Hörsaal für Angewandte Physik, Robert-Mayer-Str. 2: „Probleme der Normung von Asynchronmotoren“, Dir. Dr.-Ing. K. Geigenmüller, Rheydt.

**Hamburg:** VDE-Bezirk Hamburg, Gerhart-Hauptmann-Platz 48.

3. 11. 1960, 17.30, Museum für Völkerkunde, großer Vortragssaal, Rothenbaumchaussee 64: „Heutiger Stand der Radartechnik“, Dr. Röhrich, Ulm.

**Hannover:** ETG Hannover, Bischofsholer Damm 70.

8. 11. 1960, 18.15, Technische Hochschule, Hörsaal 42: „Teilchenbeschleuniger und ihre Anwendung“, Dipl.-Ing. W. Langbein, Frankfurt.

**Köln:** VDE-Bezirk Köln, Köln-Riehl, Amsterdamstr. 192.

11. 11. 1960, 18.00, Staatliche Ingenieurschule Köln, Ubierring 48: „Kulturgeschichte der Technik zur Römerzeit in Westdeutschland“, Dr.-Ing. F. Kretzschmer, Düsseldorf.

**Lüdenscheid:** VDE-Bezirk Bergisch Land, Stützpunkt Lüdenscheid, Winkhauser Str. 22.

7. 11. 1960, 20.00, Gaststätte Erholung, Sauerfelder Str. 17: „Der arbeitende Mensch und das Licht“, Dipl.-Ing. F. Hartig, Erlangen.

**Mainz:** VDE-Bezirksverein Frankfurt, Stützpunkt Mainz, Feldbergerschule.

15. 11. 1960, 19.00, Feldbergerschule, Aula, Rheinallée, Eingang Hafenstr.: „Automatische Notstrombereitschaft, insbesondere für unterbrechungsfreie Stromversorgung“, Oberger, Dipl.-Ing. J. Bopp.

**Mannheim:** VDE-Bezirk Kurpfalz, Mannheim D 3, 15.

2. 11. 1960, 17.30, Kunsthalle Mannheim: „Halbleiter in der Regelungstechnik“.

**Solingen:** VDE-Bezirk Bergisch Land, Stützpunkt Solingen, Donaustr. 51.

8. 11. 1960, 19.30, CVJM-Heim, Am Birkenweiher 42: „Elektromagnetische Steuerungen“, Dir. Scheibe, Olpe.

**Wuppertal:** VDE-Bezirk Bergisch Land, Stützpunkt Wuppertal-Elberfeld, Hubertusallee 18.

8. 11. 1960, 18.00, Farbenfabriken Bayer, Vortragssaal, Friedrich-Ebert-Str. 217/319: „Der heutige Stand der Weitverbreitungstechnik für elektrische Nachrichtenübertragung“, Dipl.-Ing. R. v. Brandt.

**Wuppertal:** Technische Akademie Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld, Hubertusallee 18.

2. 11. bis 4. 11. 1960, 9.00–12.00 und 14.00–17.00, Technische Akademie, Hubertusallee 18: „Wahl und Auslegung von Antrieben unter Berücksichtigung ihrer Dynamik in Antriebs-, Steuer- und Regelanlagen“, Dr.-Ing. B. Dahm, Iserlohn.

Abschluß des Heftes: 21. Oktober 1960

Schluß des Textteiles

Schriftleitung: Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341, Fernschreiber (Telex) 04–12 871.

Hauptschriftleiter: Dr.-Ing. P. Jacottet (für den redaktionellen Teil verantwortlich).

Schriftleiter: Dipl.-Ing. W. H. Hansen.

Zuschriften für die Schriftleitung nicht an eine persönliche Anschrift, sondern nur an: Schriftleitung der ETZ, Frankfurt a. M. S 10, Stresemannallee 21; Fernruf 60 341.

## JUBILÄEN

**W. Krüger.** — Werner Krüger, Leiter und Prokurist des Zweigwerkes Berlin-Neukölln der Vogt & Co. KG, Erlau über Passau, konnte am 7. Oktober 1960 sein 25-jähriges Dienstjubiläum begehen.

**Dehn & Söhne.** — Im September 1960 konnte die Firma Dehn & Söhne, Nürnberg, auf ein 50-jähriges Bestehen zurückblicken. Der im Jahre 1952 verstorbene Gründer, Hans Dehn, hat sich insbesondere der Blitzschutz- und Erdungstechnik gewidmet. Hans Dehn wurde hierbei von seinen Söhnen unterstützt, und so entstand eine Spezialfabrik, in der heute 450 Mitarbeiter beschäftigt sind.

fi.

## BÜCHER

DK 621.3(021.2)

**Starkstromtechnik. Taschenbuch für Elektrotechniker.** Bd. 2. Von E. v. Rziha. Hrsg. R. Genthe. 8. neubearb. Aufl. Mit 584 S., 669 B., 159 Taf., Format 15 cm × 21 cm. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1960. Preis Ganzln. 72,80 DM.

Der zweite Band der erstmalig 1909 erschienenen „Starkstromtechnik“ stellt sich wieder als völlig umgearbeitete 8. Auflage vor. Er entspricht inhaltlich nicht mehr dem früheren Band 2 der 7. Auflage von 1930. Wie auch in den 3 Teilen des ersten Bandes haben der Herausgeber und die Verfasser eine völlig neue Einteilung des Stoffes mit einer sinnvollen neuen Zusammenstellung von Daten für notwendig gehalten. Diese war um so mehr nötig, als die Abschnitte dieses Bandes Methoden und Geräte betreffen, die sich im Laufe von 30 Jahren bezüglich ihrer technischen Bedeutung und Bewertung doch sehr wesentlich gewandelt haben.

Da die Stromerzeugung schon im ersten Band behandelt worden ist, konnte jetzt der Energieverteilung ein breiterer Raum eingeräumt werden. Schaltgeräte für Hoch- und Niederspannung sind in 2 Abschnitten vorangestellt, wobei erfreulicherweise auf rechnerische und allgemeine konstruktive Punkte mehr Wert gelegt wurde als auf die Darstellung einzelner Firmenfabrikate. Der Abschnitt über die Energieverteilung enthält Daten und Rechenverfahren für Netze für niedrige bis höchste Spannungen, für Kabel und Freileitungen, sowie die Behandlung der stationären Lastverteilung und der Störungen durch Kurzschluß, Erdschluß, stationäre und nichtstationäre Überspannungen. Angemessener Raum ist auch der Installationstechnik für Niederspannung gewährt, wobei den neuen VDE-Begriffserklärungen und -Vorschriften der letzten Jahre Rechnung getragen wird. Der letzte Abschnitt befaßt sich mit dem Anlassen und Steuern von elektrischen Maschinen und bringt dazu noch Hinweise auf den Aufbau industrieller Steuerungen.

Dankbar vermerkt werden muß die bis auf wenige Ausnahmen einheitliche Bezeichnung von Formelgrößen nach DIN, sowie das Vorherrschen von Größengleichungen statt der Zahlenwertgleichungen, die ältere Handbücher dieser Art oft verunziert haben. Ein wesentlich ausführlicheres Sachverzeichnis und — in manchen Abschnitten — etwas mehr Schriftumsangaben würden dem Zweck des Buches noch besser dienen, das eine begrüßenswerte Mittelstellung zwischen Lehrbuch und Nachschlagewerk einnimmt.

G. Frühauf

Folgende Aufsätze erschienen in der ETZ-A vom 24. Oktober 1960  
Heft 22

H. Grave: Eigenschaften und Anwendungen von Halbleiter-Gleichrichtern.

H. Schneider: Transistoren in der Meßtechnik, Eigenschaften und Anwendungen.

H. Spühler: Eigenschaften und Verwendung von Magnetverstärkern in der Meßtechnik.

W. Westmijze: Eigenschaften und Anwendungen von Magnetkernen in der Meßwerkverarbeitung.

G. Schlamp: Der komplexe Wechselstromkompensator und seine Anwendung.

H. Graner u. P. Heidinger: Die Stell- und Störgrößen bei der Netzregelung.

Verlag und Anzeigenverwaltung: VDE-Verlag GmbH, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstraße 33, Fernruf 34 01 41, Fernschreiber (Telex) 01–84 083.

Anzeigenleitung: Kurt Totzauer.

Bezugspreis (halbjährlich zuzügl. Zustellgebühr) 11,— DM,  
für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 9,— DM;  
Ausgabe A und B zusammen 30,— DM,  
für VDE-Mitglieder - nur durch den VDE-Verlag - 21,— DM.  
Einzelpreis dieses Heftes 1,50 DM.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG, Berlin SW 61, Dessauer Straße 6/7.